MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

Conception et Réalisation d'un Atelier de Développement dBase-III

Wasiak, Jan

Award date:
1989

Awarding institution:
Universite de Namur

CONCEPTION ET REALISATION
D'UN
ATELIER DE DEVELOPPEMENT
DBASE-III

Mémoire présenté par

JAN WASIAK

en vue de l'obtention du titre de
Licencié et Maître en Informatique

Promoteur : Professeur **JEAN-LUC HAINAUT**

Table des matières

[1] l'implémentation et le mode d'emploi de l'atelier se trouvent dans un appendice séparé.

Je tiens tout spécialement à remercier

Le Professeur Jean-Luc Hainaut sans qui ce sujet de mémoire ne m'aurait pas été confié. Il a su, malgré ses nombreuses occupations, rester disponible. Je le remercie pour ses enseignements, pour ses remarques et ses conseils.

Les professeurs de l'Institut d'Informatique qui nous ont prodigué leur science et qui ont oeuvré à donner toute sa signification au qualitatif "universitaire " de notre formation.

Tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

INTRODUCTION

Dans une organisation, l'information constitue une ressource vitale au même titre que les personnes, les moyens financiers ou les équipements. Aujourd'hui les bases de données sont les supports priviligiés pour stocker ces informations. L'efficacité des comportements d'une organisation repose en partie sur la qualité des informations utilisées dans l'organisation. Il s'avère dès lors de plus en plus indispensable pour les organisations de gérer au mieux la ressource "information". Mais la gestion des informations et la conception des bases de données sont complexes.

Le concept de base de données se voit associer deux objectifs. Le premier est d'être une représentation fidèle d'un système réel et le second est de constituer un serveur de données opérationnel et efficace pour une gamme de traitements.

dBase III d'Ashton-Tate est un système de gestion de base de données disponible sur micro-ordinateurs. Il offre à l'utilisateur la possibilité de concevoir et de gérer une base de données. Il offre également des structures algorithmiques qui permettent de rédiger des programmes "base de données". Hélas, c'est un outil difficile à utiliser et son langage de programmation est sommaire. De plus ce langage de programmation prend beaucoup de code, ce qui est source d'erreurs.

D'où l'utilité de concevoir un atelier de conception d'applications dBase. L'atelier doit permettre d'aider l'utilisateur à concevoir et à utiliser une base de données dBase.

La structure de l'atelier tente de réaliser deux objectifs généraux.

L'atelier doit avant tout être simple pour permettre aux utilisateurs non-spécialisés d'écrire des programmes orientés base de données de façon simple et efficace. L'atelier traduira ce langage simple et efficace automatiquement en langage dBase. C'est la fonction de génération dBase de l'atelier.

L'atelier doit offrir un environnement complet qui permet de spécifier une base de données. C'est la fonction de documentation de l'atelier.

Ce mémoire s'articule autour de trois grandes parties, consacrées aux principes généraux de la conception d'une base de données, au développement d'une base de données dBase et à la conception et la réalisation d'un générateur d'applications dBase III.

La première partie a pour objectif de montrer comment on peut systématiser une conception de base de données afin d'obtenir une solution exécutable sous forme d'un schéma de structure de données et des programmes rédigés dans un langage de programmation. Les deux derniers chapitres de cette partie traitent sur les ateliers de développement d'applications sur base de données en général et sur les ateliers de développement d'applications dBase en particulier. Il y est montré comment il est possible d'automatiser une partie du processus de conception. Ces outils sont étudiés à partir de leurs principales fonctions, puis par leur architecture. Cette partie propose en clôture un modèle de structuration des données et un modèle de traitements.

La deuxième partie consacrée à la conception d'une base de données dBase sera développée par Monsieur Allamehzadeh Abollhasan.

La troisième partie présente la conception et la réalisation d'un générateur d'applications dBase III. Le premier chapitre de cette partie traite du langage de traitement, le langage procédural LDA. Dans le chapitre suivant on trouve une présentation du système de gestion de base de données dBase III et un aperçu des commandes dBase III. Le troisième chapitre porte sur la conception du générateur dBase. Ce chapitre est complété par une définition des règles de traduction, qui représentent le quatrième chapitre. La réalisation de l'atelier est présentée dans le cinquième chapitre. Un exemple complet est développé en clôture de cette partie.

PARTIE I

PRINCIPES GENERAUX DE LA CONCEPTION D'UNE BASE DE DONNEES

I.1. DEMARCHE DE CONCEPTION D'APPLICATIONS SUR BASE DE DONNEES

La démarche de conception de base de données se décompose en plusieurs phases : l'analyse conceptuelle, la conception logique et la conception physique. A chaque phase correspond un schéma. Ce découpage en phases est le résultat des recherches en base de données développées en [BENCI,74] et [ANSI,75].

L'analyse conceptuelle

Cette phase a pour but d'analyser les besoins des utilisateurs et de les traduire sous forme d'un schéma conceptuel. Ce schéma doit aider les concepteurs de la base de données à exprimer la sémantique des données, et les aider à comprendre cette sémantique en vue d'organiser un stockage adéquat des données et de créer des procédures d'accès efficaces ainsi que des programmes d'applications corrects. [BOD-PIG,83/88] consacre une étude très complète à l'analyse conceptuelle.

La conception logique

La phase de conception logique va produire un schéma logique qui reprend toute la sémantique exprimée dans le schéma conceptuel, et qui en outre décrit les besoins des applications en termes d'accès logiques tout en étant conforme à un SGBD. Dans [HAINAUT,86] on trouvera une démarche générale s'appliquant à différents SGBD. Cette phase construit des procédures LDA à partir des spécifications conceptuelles des traitements.

La conception physique

Cette phase vise à produire une base de données opérationnelle efficace. Cette phase réalise la traduction des procédures LDA de la phase logique en des procédures dBase III exécutables.

I.2. ATELIERS DE DEVELOPPEMENT D'APPLICATIONS SUR BASE DE DONNEES

I.2.1. Fonctions

La fonction première d'un atelier de conception est de gérer la documentation concernant une base de données en projet. Cette fonction se décompose en sous-fonctions de saisie, consultation et modification de spécifications, ainsi que de production d'une documentation sur papier. L'atelier peut aussi assurer les fonctions de transformation, de validation de spécifications ainsi que de production de descriptions destinées à un SGBD ou à destination d'un dictionnaire de données.

I.2.2. Architecture d'un atelier de développement

Un atelier de développement est construit autour d'une base de données qui contient la description de bases de données en cours de conception. Cette base de données porte le nom de base des spécifications.

Les différentes fonctions décrites ci-dessus sont prises en charge par des processeurs indépendants les uns des autres et opérant sur le contenu de la base des spécifications. La base des spécifications est organisée de manière à représenter des schémas Entité-Association. L'atelier construit sur base de cette architecture a été inspiré de [HAINAUT,86],[CADELLI,87]. Les principaux processeurs sont :

Monitoring et présentation : ce processeur contrôle la présentation sur écran ainsi que le dialogue avec l'utilisateur.

Navigateur : assure l'accès aux informations de la base des spécifications en fonction des demandes de l'utilisateur (accès par nom, par liste, par pointage, etc).

Chargeur de spécifications externes : introduit dans 1a base des spécifications des informations issues de sources extérieures.

Processeur de modification : réalise les modifications dans la base des spécifications en en garantissant la cohérence.

Vérificateur de conformité : analyse les spécifications par rapport à un jeu de contraintes prédéfini.

Générateur de documentation : produit divers rapports.

Processeur de saisie : réalise la saisie des principaux objets de la base de données.

Générateur de descriptions exécutables : produit le texte dans un langage d'un SGBD.

I.3. PRINCIPES D'UN ATELIER DE DEVELOPPEMENT dBASE

I.3.1. Fonctions de l'atelier

On distingue quatre fonctions essentielles : la fonction de documentation, la fonction de validation, la fonction de génération dBase et la fonction de génération de rapport dBase.

La fonction de documentation

La fonction de documentation permet l'introduction et la gestion des spécifications d'une base de données en projet. Cette fonction permet aussi la production d'un rapport contenant les principaux objets de la base de données utiles à l'utilisateur.

La fonction de validation et de génération dBase

Un générateur dBase III permet de traduire des programmes base de données écrit dans un langage procédural nommé LDA (Langage de Description d'Algorithmes, fichiers avec une extension .ADL) en dBase III (fichiers avec une extension .PRG).

En traduisant, le générateur vérifie la sémantique et la syntaxe des textes rédigés en ADL. En cas d'erreur le compilateur génère un fichier de diagnostics.

Pour ce faire la compilation d'un programme d'application nécessite la connaissance des principaux objets de la base de données. C'est pour cette raison que le générateur doit avoir accès aux informations stockées dans la base des spécifications.

La fonction de génération de rapport dBase

Cette fonction permet la production de rapports contenant la structure dBase de la base de données.

I.3.2. Architecture générale de l'atelier

L'architecture de l'atelier est représentée par la figure de la page suivante. Les différentes fonctions décrites ci-dessus sont prises en charge par des modules opérant sur le contenu de la base des spécifications. Les principaux modules sont :

Le coordonnateur : ce module contrôle la présentation des informations sur écran ainsi que le dialogue avec l'utilisateur. Il coordonne l'activation des différents modules.

Le chargeur de spécifications : ce module permet d'introduire la base des spécifications.

Le générateur de documentation : ce module produit des rapports de la base des spécifications.

Le générateur de dBase III : produit le texte dBase III ou un fichier de diagnostics en cas d'erreurs.

Le générateur de rapport dBase : produit des rapports contenant la structure dBase d'une base de données.

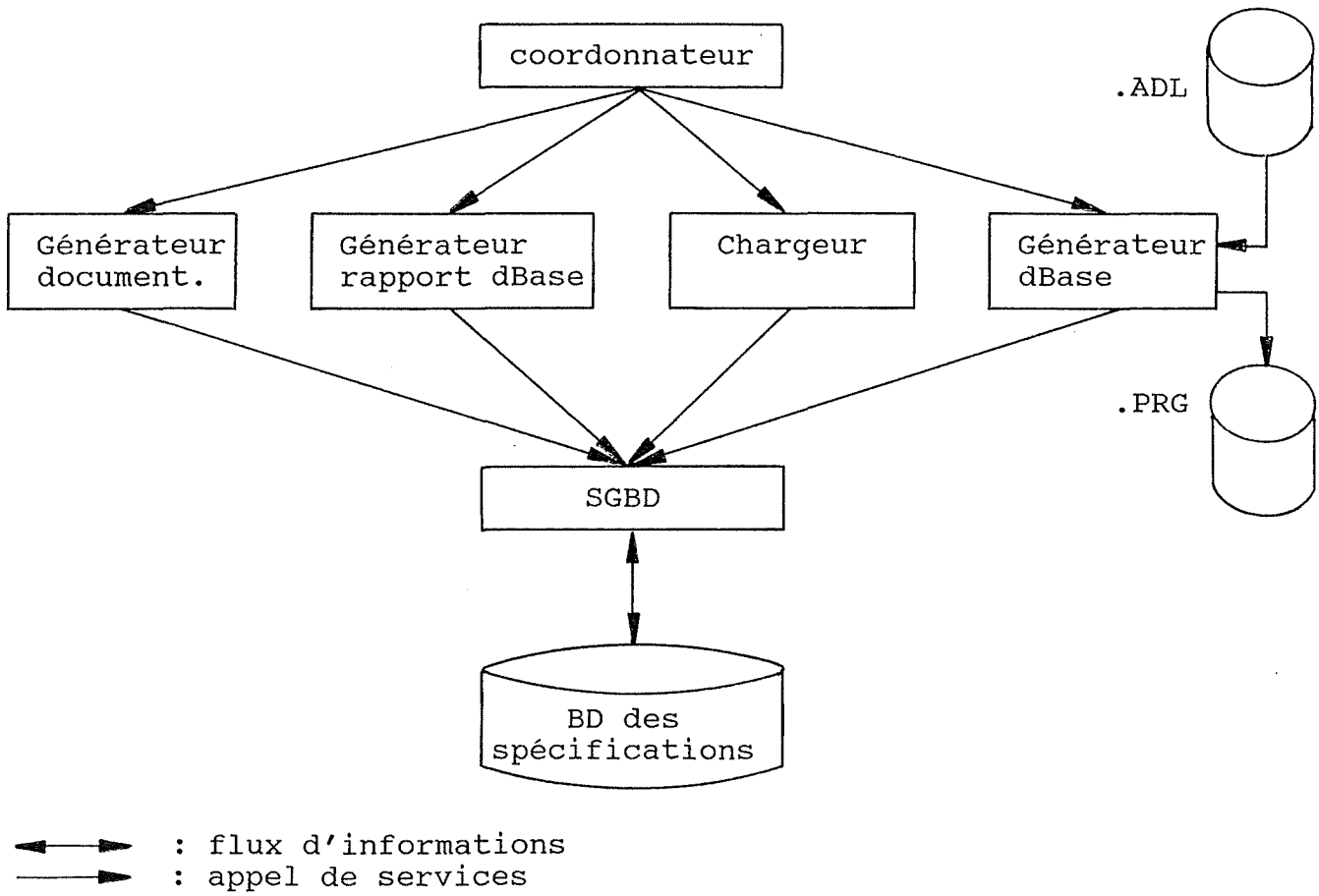


Figure 1.1. : Architecture générale de l'atelier de développement dBase.

I.3.3. Les modèles

Dans ce chapitre nous proposons un modèle et un outil destiné à produire une description conceptuelle d'une base de données. Le modèle le plus populaire à l'heure actuelle est le modèle Entité-Association. L'existence de représentations graphiques rend le modèle particulièrement attractif comme support de communication. Les principales sources en cette matière sont [TARDIEU,83], [BODPIG,83/88] et [CHEN,76].

En ce qui concerne les traitements nous serons amenés à spécifier le modèle de description d'algorithmes. Ce chapitre est consacré à l'étude de ces modèles.

I.3.3.1. Modèle de spécification de structures de données

Le modèle Entité/Association est un modèle qui permet de structurer les informations à l'aide des concepts d'entité, d'attribut, d'association et d'identifiant.

ENTITE et TYPE D'ENTITE

La notion fondamentale est celle d'entité. Une entité est une chose qui est considérée, dans un domaine d'application, comme un tout ayant une existence autonome. Les entités sont partitionnées en classes appelées **type d'entité.**

Ainsi, dans un domaine d'application dans lequel on repère des clients, des commandes, des lignes de commandes et des produits, on percevra des **types d'entité** que l'on nommera CLIENT, COMMANDE, LIGNECOM et PRODUIT. Comme indiqué dans la figure ci-dessous, chaque type d'entité est représenté graphiquement par un rectangle qui comporte un cartouche où figure le nom du type d'entité.

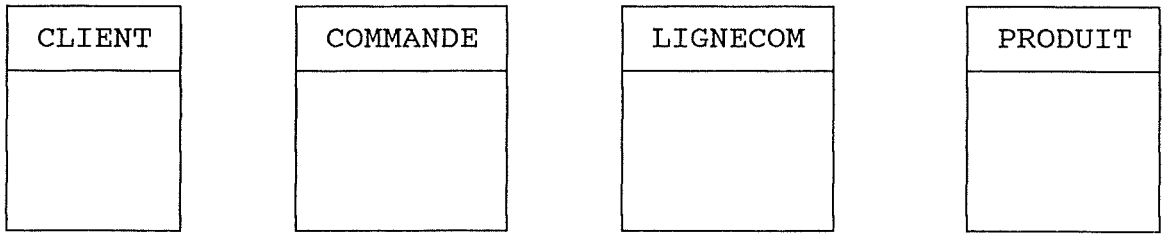


Figure 1.2. : Représentation de quatre types d'entité.

ATTRIBUTS D'UN TYPE D'ENTITE

Les propriétés d'un type d'entité sont représentées par des **attributs**. On parle d'attributs d'un type d'entité. Un attribut ne peut contenir qu'une seule valeur par entité (attribut simple).

Chaque client étant caractérisé par un numéro, un nom, une adresse et une localité, on dira que le type d'entité CLIENT est doté des attributs NCLI, NOM, ADRESSE et LOCALITE. De même, une commande étant caractérisée par un numéro de commande et une date, on dotera COMMANDE des attributs NCOM et DATE.

Le nom d'un attribut sera inscrit dans la partie inférieure du rectangle qui représente le type d'entité. La figure ci-dessous montre comment sont représentés les attributs des types d'entité retenus jusqu'ici.

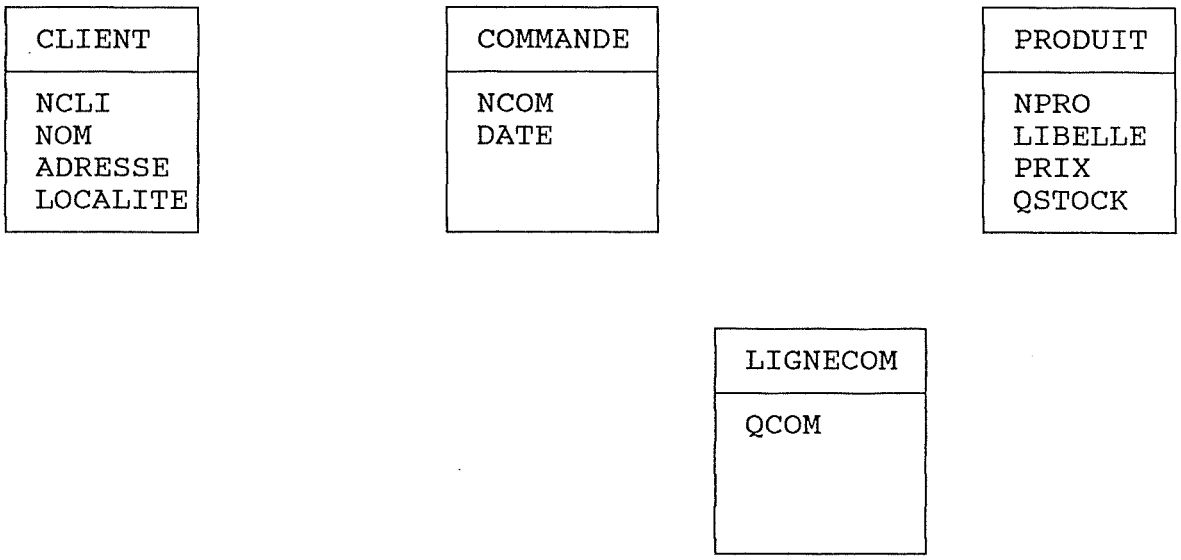


Figure 1.3. : Représentation de quatre types d'entité et de leurs attributs.

ASSOCIATION et TYPE D'ASSOCIATION

On admet que les entités sont en association les unes avec les autres. Une association est définie comme un groupe de deux entités, chacune d'elles jouant un rôle défini dans ce groupe. Les associations sont classées en **type d'association.**

Un client passe une commande, il existe donc une association entre cette commande et ce client. On dira qu'il existe un type d'association (appelé CC par exemple) entre les types d'entité CLIENT et COMMANDE. On définira également un type d'association entre COMMANDE et LIGNECOM, ainsi qu'un type d'association entre PRODUIT et LIGNECOM.

Un type d'association est représenté par un hexagone relié par des segments de droite aux rectangles qui représentent les types d'entité sur lesquels est défini le type d'association. Dans l'hexagone, on indique le nom du type d'association.

ROLE D'UN TYPE D'ASSOCIATION

Toutes les entités jouant un rôle déterminé dans les associations d'un type appartiennent au même type d'entité. Afin de préciser le nombre d'associations dans lesquelles une entité peut apparaître, on attachera à chaque rôle une contrainte de **connectivité.** La connectivité d'un type d'association est un couple d'entiers i - j, où :

- i indique le nombre minimum de fois que, à tout moment, toute entité doit assumer le rôle.
  $i \geq 0$

- j indique le nombre maximum de fois que, à tout moment, toute entité doit assumer le rôle.
  $j \geq 0$
  $j \geq i$

Considérons l'exemple représenté par la figure 1.4. L'interprétation des connectivités associées aux rôles est la suivante :

- un client peut passer un nombre quelconque de commandes,
  $j = N$
- un client peut exister sans avoir passé de commandes,
  $i = 0$
- une commande est passée par un et un seul client.
  $i = j = 1$

Dans ce document on n'admet que les types d'association dotés d'au moins un rôle de connectivité 0 - 1 ou 1 - 1.

Les types d'association et leurs rôles sont ajoutés au schéma sur la figure suivante.

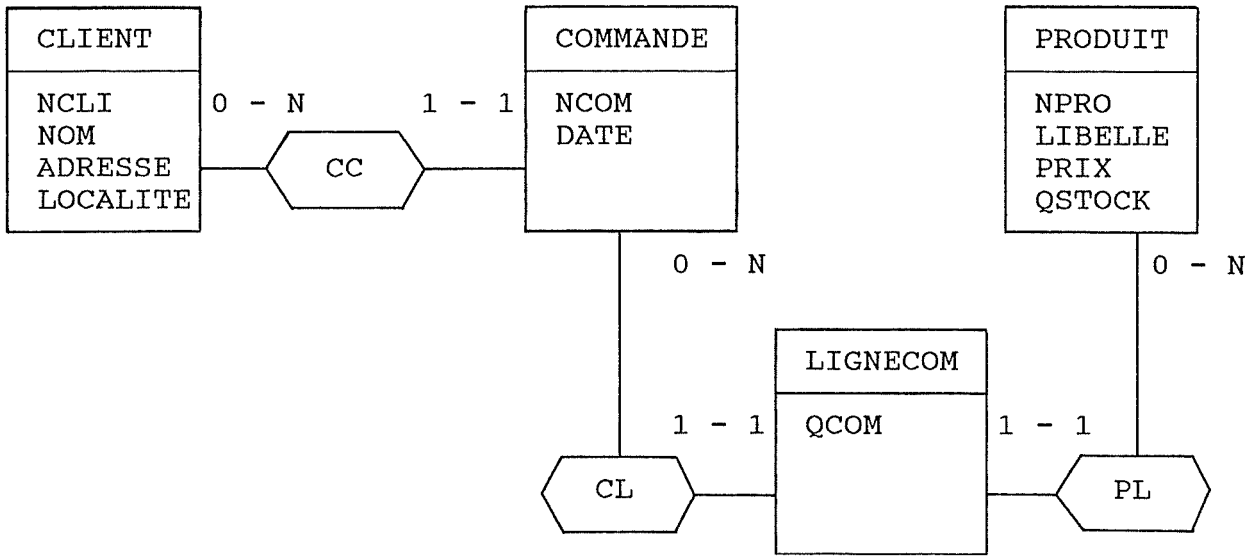


Figure 1.4. : Représentation des types d'entité, d'attributs, et des types d'association.

Tous les exemples qui seront donnés pour illustrer les concepts théoriques décrits dans la suite de ce document, seront essentiellement basés sur ce schéma.

IDENTIFIANT

Un **identifiant** d'un type d'entité est un attribut qui identifie les entités de ce type. CLIENT, par exemple possède un attribut NCLI tel qu'à chaque entité CLIENT correspond une valeur distincte. On dira que NCLI est l'identifiant de CLIENT.

I.3.3.2 Modèle de description d'algorithmes

Ce modèle est constitué d'un pseudo-langage (appelé LDA) permettant d'exprimer des algorithmes d'accès aux données d'une base. C'est un modèle descriptif d'algorithmes. Nous reparlerons de ce modèle plus en détail en III.1..

I.3.4. Le schéma conceptuel de la base des spécifications

I.3.4.1. Introduction

La base des spécifications contient la description de la base de données en projet. Le générateur dBase y a accès, afin de contrôler la validité des textes rédigés en LDA. La description de la base des spécifications sera exprimée selon le modèle Entité-Association.

I.3.4.2. Schéma conceptuel de la base des spécifications

Le schéma conceptuel d'une base de données a comme caractéristique son nom. Ainsi, on dotera le type d'entité SCHEMA de l'attribut NOM_S.

Une procédure caractérisée par son nom appartient à un schéma. On définira le type d'entité PROCEDURE avec comme attribut NOM_P.

Une entité collectionnée dans un schéma est caractérisée par un nom et une description. On nommera NOM_E et DESCRIPTION_E les attributs du type d'entité ENTITE.

Une entité est caractérisée par un ou plusieurs attributs. Un attribut a un nom, une description, un type et un identifiant (indiquant si l'attribut est identifiant) comme propriétés. On définira NOM_A, DESCRIPTION, TYPE et ID les attributs du type d'entité ATTRIBUT.

Une association du schéma conceptuel, caractérisée par les attributs NOM_A et DESCRIPTION_A, est définie entre deux entités où chacune assume un rôle donné. Le type d'entité ROLE a comme attributs NOM_R, ORIGINE et CIBLE.

Il existe un type d'association appelé CARACTERISTIQUE entre les types d'entité ENTITE et ATTRIBUT.

On définira également un type d'association COLLECTION_E entre SCHEMA et ENTITE, un type d'association APPARTENANCE entre PROCEDURE et SCHEMA, un type d'association COLLECTION_A entre SCHEMA et ASSOCIATION, un type d'association ASSUME entre ENTITE et ROLE et enfin un type d'association LIEN entre ROLE et ASSOCIATION.

Nous imposons à ce schéma les connectivités suivantes :

- une entité est collectionnée dans un et un seul schéma, connectivité : 1 - 1,

- un schéma peut collectionner un nombre quelconque de d'entités, connectivité : 1 - N,

- une association est collectionnée dans un et un seul schéma, connectivité : 1 - 1,

- un schéma ne peut collectionner aucune association, et peut collectionner un nombre quelconque d'associations (connectivité : 0 - N),

- une entité est caractérisée par au moins un attribut (connectivité : 1 - N) et un attribut caractérise une et une seule entité (connectivité : 1 - 1),

- un rôle est assumé par une et une seule entité (connectivité : 1 - 1) au sein d'une et une seule association (connectivité : 1 - 1),

- une entité ne peut assumer aucun rôle, et peut assumer un nombre quelconque de rôles (connectivité : 0 - N).

- une procédure appartient à un et un seul schéma (connectivité : 1 - 1).

- un schéma ne peut être utilisé dans aucune procédure, et peut être utilisé dans un nombre quelconque de procédures (connectivité : 0 - N).

Le schéma de la base des spécifications est représenté par la figure donnée à la page suivante.

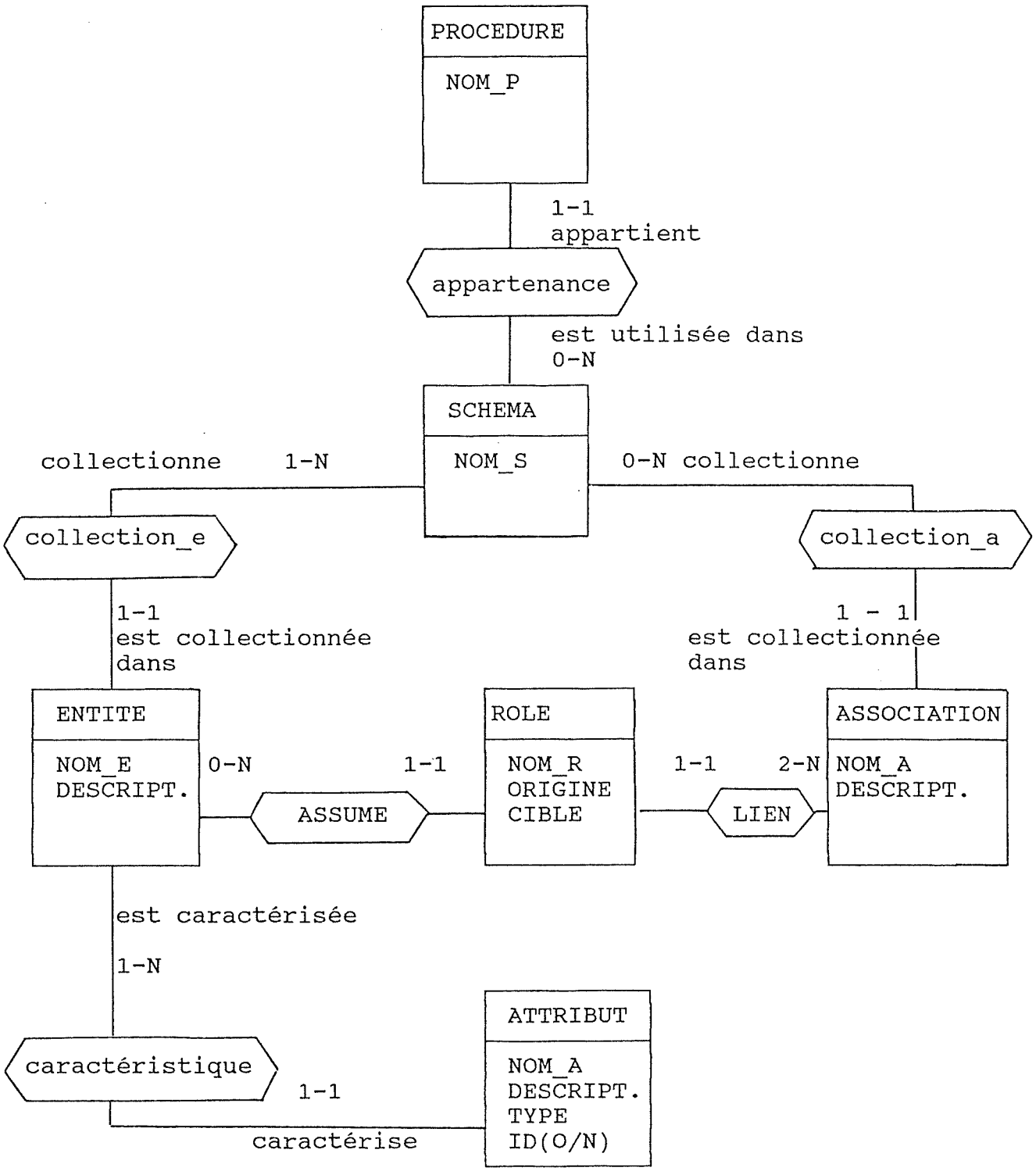


Figure 1.5. : Représentation du schéma conceptuel de la base des spécifications.

PARTIE II

DEVELOPPEMENT D'UNE BASE DE DONNEES DBASE

II. DEVELOPPEMENT D'UNE DASE DE DONNEES dBASE

La construction d'une base de données opérationnelle exige que le schéma Entité-Association soit conforme au SGBD. Il faut donc transformer le schéma Entité-Association initial en un schéma conforme.

Un schéma Entité-Association est dit conforme à un SGBD si à chaque instruction élémentaire de ce schéma correspond une construction élémentaire et une seule dans le modèle de données du SGBD.

Par exemple, un schéma qui vérifierait les contraintes suivantes serait reconnu conforme au SGBD dBase III.

- pas de type d'association,
- tout type d'entité est doté d'au moins un attribut obligatoire,
- un attribut ne peut prendre qu'une seule valeur.

L'étude de ces transformations est développée par Monsieur Allamehzadeh Abollhasan dans un mémoire parallèle.

PARTIE III

CONCEPTION ET REALISATION D'UN GENERATEUR D'APPLICATIONS DBASE III

III.1. DEFINITION DU LANGAGE PROCEDURAL LDA

III.1.1. Introduction

LDA (Langage de Description d'Algorithmes) réalise l'intégration de primitives d'accès aux données d'une base de données dans des structures algorithmiques traditionnelles. Basé sur le schéma Entité-Association, il permet d'exprimer tous les types d'accès à une base de données (accès par clé, accès séquentiel). La fonction principale d'une instruction LDA est de spécifier des actions portant sur chaque élément d'un ensemble d'entités.

III.1.2. Grammaire BNF d'un langage

Les règles de grammaire peuvent être décrites avec des grammaires BNF. L'intérêt d'utiliser une telle grammaire est de pouvoir donner une spécification précise et facile à comprendre de la syntaxe d'un langage de programmation, de pouvoir facilement adapter une grammaire au fur et à mesure de l'évolution d'un langage.

[AHO & ULLMAN,86] définissent une grammaire BNF comme un ensemble constitué de symboles terminaux, de classes syntaxiques, d'une variable distinguée et de productions où :

- les symboles terminaux sont les symboles de base à partir desquels les chaînes sont formées. Ce sont tous les symboles qui peuvent intervenir dans la représentation du texte du programme; ils sont considérés syntaxiquement comme atomiques.

- les classes syntaxiques désignent une concaténation d'autres classes syntaxiques et de symboles terminaux.
Parmi celles-ci, une classe syntaxique particulière est appelée la "variable distinguée".

- la variable distinguée est la classe syntaxique associée au texte complet du programme.

- les productions d'une grammaire sont des combinaisons de symboles terminaux et de classes syntaxiques pour former des chaînes.

Une production a la forme :

classe syntaxique ::= chaîne de classes syntaxiques et/ou de symboles terminaux.

Conventions :

Les symboles terminaux sont imprimés en gras.

Les classes syntaxiques apparaissent entre '<' et '>'.

'::=' lie les parties gauche et droite d'une règle de production.

'|' indique deux choix possibles.

Tout ce qui apparaît entre "[" et "]" est optionnel.

"{" et "}" dénotent une répétition possible des caractères apparaissant entre ces deux symboles.

En général, la variable distinguée est le membre gauche de la première production.

III.1.3. Structures algorithmiques en LDA

III.1.3.1. La séquence d'instructions

Une séquence est une suite éventuellement vide d'instructions. Chaque instruction d'une séquence se termine par ';'. Le programme se terminera par '.'.

Règles BNF :

```
<séquence> ::= <instruction>. |
               <seq> <instruction>.

<seq> ::= <instruction>; |
          <seq> <instruction>;
```

III.1.2.2. Les constantes

Une constante est un entier ou bien une chaîne de caractères entre apostrophes.

Règles BNF :

```
<constante> ::= entier |
                <string>
<string> ::= ' caractère {caractère} '
```

Exemple :

'Dupont' est une constante qui désigne une valeur du type chaîne de caractères.

III.1.3.3. Les variables

Un type d'entité peut être désigné par une variable (ou identificateur). Les variables sont donc étendues aux variables d'entité. La valeur d'une telle variable est la référence d'un type d'entité.

Règle BNF :

<identificateur> ::= caractère {caractère | chiffre}

Exemple :

- CLI désigne l'entité CLIENT que référence la variable CLI.

III.1.3.4. Les attributs d'un type d'entité

Règle BNF :

<attribut> ::= <nom-attribut>(:<variable-entité>)

où - <nom-attribut> est le nom d'un attribut du type d'entité que référence la variable d'entité <variable-entité>.

Interprétation

Cette expression désigne la valeur de l'attribut <nom-attribut> associé au type d'entité que référence la variable d'entité <variable-entité>.

III.1.3.5. Les expressions

Une expression peut être une expression arithmétique, une variable, un attribut d'un type d'entité, une constante ou un entier.

Règles BNF :

<expression> ::= <expression> <opérateur-d'addition> <terme>|
<terme> |

<operateur-d'addition> ::= + |
                           -

<terme> ::= <facteur> |
            <terme> <opérateur-multiplicateur> <facteur>

<opérateur-multiplicateur> ::= * |
                               /

<facteur> ::= identificateur |
              <constante> |
              <attribut> |
              (<expression>)

Les expressions sont étendues aux expressions d'ensemble d'entités.

III.1.3.6. Les expressions d'ensemble d'entités

La plupart des instructions LDA spécifient des actions sur chaque élément d'un ensemble d'entités. Les entités de l'ensemble sont toutes du même type. L'ensemble peut contenir toutes les entités du type ou peut en être un sous-ensemble.

L'ensemble de toutes les entités est désigné par le nom du type d'entité. Par exemple, CLIENT désigne l'ensemble des entités du type d'entité CLIENT.

Un sous-ensemble d'entités est construit en spécifiant la condition de sélection que les entités du sous-ensemble doivent vérifier.

La désignation d'un ensemble est constituée d'un type d'entité, suivi éventuellement de l'expression d'une condition de séléction (notée <CSEL>). La forme BNF est la suivante :

<expression-entité> ::= <type-entité> [<CSEL>]

L'exemple suivant désigne les entités CLIENT dont la valeur de NOM est égale à 'Dupont' :

CLIENT (: NOM = 'Dupont')

De manière à simplifier les expressions des conditions de sélection les plus courantes, nous userons de deux formes particulières, la condition d'association et la condition d'attribut.

Règles BNF :

<CSEL> ::= <condition-att> |
<condition-ass>

La condition d'attribut spécifie les valeurs des attributs des types d'entité sélectionnés. La forme BNF d'une condition d'attribut est la suivante :

<condition-att> ::= (:<nom_attribut> <oper-rel> <expression>)

où - <nom_attribut> est le nom d'un attribut d'un type d'entité.
- <oper-rel> est un opérateur relationnel.
- <expression> désigne une expression contenant une valeur.

La condition d'association spécifie les entités qui doivent être associées à une certaine entité. La forme BNF d'une condition d'association est la suivante :

<condition-ass> ::= (<type-association> : <variable-entité>)

où - <type-association> est le nom d'un type d'association entre les types NOM1 et NOM2.
- <variable-entité> est une variable que référence un type d'entité de type NOM2.
- NOM1 est le nom du type des éléments évalués.

Interprétation de cette expression

Un élément du type NOM1 est retenu dans l'ensemble s'il est associé par le type d'association <nom_association> à au moins une entité de type NOM2 désignée par <variable-entité>.

Un ensemble d'entités peut être vide, si aucune entité ne vérifie la condition de sélection.

Quelques exemples :

PRODUIT(PL : LIGNE) est vrai s'il existe au moins un PRODUIT associé à au moins une LIGNE;

CLIENT(:NOM = 'Dupont') est vrai s'il existe une entité CLIENT dont le NOM est égal à 'Dupont';

Une condition valide sera notée ci-dessous par <condition>.

III.1.3.7. L'assignation

L'instruction d'assignation est utilisée pour affecter une certaine valeur à une variable. Une assignation consiste en un identificateur de variable, suivi de l'opérateur d'assignation := , suivi d'une expression. L'expression et la variable doivent être du même type. La forme BNF d'une instruction d'assignation est la suivante :

<assignation> ::= identificateur := <expression>

Cette instruction est étendue aux variables de types d'entité.

III.1.3.8. L'assignation d'entité

L'assignation d'entité est une instruction d'assignation d'un ensemble d'entités à une variable d'entité. En général l'ensemble d'entités ne contient qu'une seule entité. S'il y en a plusieurs, une seulement est sélectionnée. Si l'ensemble est vide la variable d'entité est laissée inchangée.

Règle BNF de l'assignation d'entité :

<assignation-entité> ::=
<variable-entité> := <expression-entité>

Quelques exemples :

CLI := CLIENT (: NCLI = X)

Une occurrence du type d'entité CLIENT dont le numéro NCLI a une valeur égale à X est assignée à la variable CLI.

COM := COMMANDE (CC : CLI)

Une occurrence du type d'entité COMMANDE associée par CC à une occurrence du type d'entité CLIENT désignée par CLI est assignée à la variable COM.

III.1.3.9. Instruction d'affichage à l'écran

Formes BNF :

<write> ::= **WRITE**(<expression>)

et

<writeln> ::= **WRITELN**(<expression>)

La première instruction affiche le contenu de <expression> à la ligne suivante, tandis que la seconde instruction affiche le contenu de <expression> à la suite du dernier caractère affiché.

III.1.3.10. Instruction de lecture de données

Forme BNF :

<read> ::= **READ**(<chaîne>,<var>)

Cette instruction affiche à l'écran la chaîne de caractères <chaîne> et attend l'introduction d'une donnée au clavier pour ranger celle-ci dans la variable <var>.

III.1.3.11. La boucle énumérative

La boucle énumérative permet au programmeur de spécifier des actions portant sur chaque élément d'un ensemble d'entités. L'élément courant de l'ensemble, c'est-à-dire la variable de la boucle, est désignée par une variable d'entité. La forme BNF d'une boucle énumérative est la suivante :

<for> ::= **for** <variable-entité> := <expression-entité> **do**

<séquence>

endfor

où - <expression-entité> est l'expression d'un ensemble d'entités;
- <variable-entité> est le nom d'une variable d'entité du même type que l'ensemble d'entité <expression-entité>.

Interprétation

Chaque élément de l'ensemble <expression-entité> est assigné à <variable-entité> et <séquence> est exécutée.

Quelques exemples :

Exemple 1

```
for cli:=client do
     writeln(NOM(:CLI));
endfor
```

Cette instruction affiche à l'écran les noms de tous les CLIENTs de la base de données.

Exemple 2

```
for cli:=client do
     for com:=commande(cc:cli) do
          writeln(NOM(:CLI));
     endfor;
endfor
```

Ces instructions affichent à l'écran les noms de tous les CLIENTs de la base de données associés à une COMMANDE.

Exemple 3

```
for CLI:=CLIENT(:LOCALITE = 'Namur') do
     writeln(NOM(:CLI));
endfor
```

Cette instruction affiche à l'écran tous les CLIENTs de Namur.

III.1.3.12. L'alternative

Formes BNF :

<if> ::= **if** <condition> **then** <séquence> **endif**

et

<if> ::= **If** <condition> **then** <séquence> **else** <séquence> **endif**

```
<condition> ::= <condition-n> |
                <condition-LDA>

<condition-n> ::= <expression> <oper-rel> <expression>

<oper-rel> ::= = | <> | < | <= | >= | >

<condition-LDA> ::= <ens>(<type-association> : <ens>) |
                    <ens> <condition-att>

<ens> ::= <type-entité> |
          <variable-entité>
```

Exemple :

```
if CLIENT(CC:COM) then

        writeln(NCLI(:COM));

endif
```

S'il y a au moins une occurrence du type d'entité CLIENT associée par CC à la variable COM, désignant une occurrence de l'entité COMMANDE que référence cette variable alors les valeurs de NCLI associées à la variable COM sont affichées à l'écran.

III.1.3.13. La boucle while

Forme BNF :

<while> ::= **while** <condition-n> **do**

<séquence>

enddo

où <condition-n> est une condition traditionnelle définie au point précédent.

Interprétation

Tant que la condition <condition> est évaluée à vrai, la séquence <séquence> est exécutée.

III.1.4. Synthèse de la Grammaire BNF d'ADL

```
<séquence> ::= <instruction>. |
               <seq> <instruction>.

<seq> ::= <instruction>; |
          <seq> <instruction>;

<instruction> ::= <write> |
                  <writeln> |
                  <read> |
                  <assignation> |
                  <if> |
                  <while> |
                  <for>

<write> ::= write (<expression>)

<writeln> ::= writeln (<expression>)

<constante> ::= <string> |
                entier

<string> ::= ' caractère { caractère } ' |
             nil

<read> ::= read ( <string> , identificateur )

<assignation> ::= identificateur := <expression>

<expression> ::= <expression> <opérateur-d'addition> <terme> |
                 <terme>

<operateur-d'addition> ::= + |
                           -

<terme> ::= <facteur> |
            <terme> <opérateur-multiplicateur> <facteur>

<opérateur-multiplicateur> ::= * |
                               /

<facteur> ::= identificateur |
              <constante> |
              <attribut> |
              ( <expression> )

<attribut> ::= <nom-attribut> (: <variable-entité> )

<nom-attribut> ::= identificateur
```

```
<variable-entité> ::= identificateur

<if> ::= if <condition> then <séquence> endif |

         if <condition> then <séquence> else <séquence> endif

<condition> ::= <condition-n> |
                <condition-LDA>

<condition-n> ::= <expression> <oper-rel> <expression>

<oper-rel> ::= = | <> | < | <= | >= | >

<while> ::= while <condition-n>  do <séquence> endwhile

<CSEL> ::= <condition-ass> |
           <condition-att>

<condition-ass> ::= ( <type-association> : <variable-entité> )

<condition-att> ::= (: <nom-attribut> <oper-rel> <expression> )

<condition-LDA> ::= <ens> <condition-att> |
                    <ens> ( <type-association> : <ens> )

<ens> ::= <type-entité> |
          <variable-entité>

<type-association> ::= identificateur

<type-entité> ::= identificateur

<for> ::= for <variable-entité> := <expression-entité> do
          <séquence> endfor

<expression-entité> ::= <type-entité> |
                        <type-entité> <CSEL>

<assignation-entité> ::= <variable-entité> := <expression-entité>
```

III.2. DESCRIPTION DE dBASE III

III.2.1. Présentation générale de dBase III

Le logiciel dBase III d'Ashton-Tate est la troisième version du logiciel de gestion de données dBase. dBase III est disponible sous MS-DOS et PC-DOS sur micro-ordinateurs PC et PC/AT d'IBM, ainsi que sur les compatibles. Ce logiciel exige un minimum de 256 K de mémoire centrale et peut fonctionner sur une machine qui n'est dotée que d'unités à disquettes.

dBase III offre à l'utilisateur un langage de commande interactif qui permet de définir un fichier, de modifier sa description, d'ajouter, de supprimer et de modifier des enregistrements, d'extraire des données d'un fichier, de consulter des enregistrements sélectionnés.

Il offre également des structures algorithmiques qui ajoutées au langage de commande permettent de rédiger des procédures et des programmes complexes. Ces derniers sont interprétés, ce qui n'assure pas des performances exceptionnelles en traitement de calcul. Ce n'est d'ailleurs pas le but de ce logiciel.

Outre les fonctions de gestion de fichiers et l'interpréteur, dBase III possède un gestionnaire d'écran, un générateur d'écran, un générateur de rapports, un générateur d'étiquettes et un éditeur de texte (sommaire) [HAINAUT,86].

III.2.2. Les structures de données de dBase III

Le fichier de données dBase III est constitué d'enregistrements (record) décomposés en champs (field). Un enregistrement est identifié par un numéro (Record#) qui correspond à sa position dans le fichier.

III.2.3. Les fichiers de dBase III

dBase utilise un certain nombre de types de fichier caractérisés chacun par une extension MS-DOS spécifique. Un fichier de données est caractérisé par l'extension .DBF. Ainsi le fichier CLIENT porte le nom CLIENT.DBF en MS-DOS.

Un fichier qui contient un programme ou des procédures porte l'extension .PRG.

III.2.4. Un exemple de base de données

Nous donnons le format et le contenu initial des fichiers qui servent d'exemple dans la suite de ce document en annexe 1.

III.2.5. Description des commandes

Ce chapitre donne une brève description des commandes dBase III. Une description plus complète est fournie dans le manuel accompagnant le logiciel [SIMPSON,87].

III.2.5.1. Séquence de commandes dBase III

Règles BNF :

```
<sequence> ::= <commande> | {<commande>}

<commande> ::= <IF> | <WHILE> | <ACCEPT> | <?> | <??> |
               <LOCATE> | <ASSIGNATION> | <SELECT>
```

III.2.5.2. Variable dBase

Règle BNF :

```
<var> ::= caractère {caractère}
```

III.2.5.3. L'assignation

Règle BNF :

```
<var> = <expr>
```

III.2.5.4. Expressions dBase

Règles BNF :

```
<expr> ::= <expr> + <terme> |
           <expr> - <terme> |
           <terme>

<terme> ::= <terme> * <facteur> |
            <terme> / <facteur> |
            <facteur>

<facteur> ::= ( <expr> ) |
              <var> |
              <alias> -> identificateur |
               .not. <facteur>
```

III.2.5.5. Condition dBase

Règles BNF :

<condition> ::= <expr> <oper-rel> <expr>

<oper-rel> ::= = | < | > | <= | >= | <>

III.2.5.6. Ouverture d'un fichier

Pour ouvrir un fichier, il faut introduire les commandes suivantes :

select entier
use fichier [**alias** alias]

où - "entier" représente une constante entière;
- "fichier" représente un nom de fichier dBase;
- "select entier" rend courant l'une des 10 zones de travail. Dans chaque zone de travail, il est possible d'ouvrir (**use**) un fichier de données. Une zone de travail est désignée par le numéro du fichier qui y est ouvert. Le surnom de la zone de travail est soit le fichier, soit **alias** si celui-ci est spécifié.

III.2.5.7. Fermeture d'un fichier

La commande **close databases** ferme tous les fichiers de la base de données.

III.2.5.8. Affichage à l'écran

Il y a deux commandes pour afficher une expression à l'écran.

Formes BNF :

<?> ::= ? <expr>

et

<??> ::= ?? <expr>

La première commande affiche la valeur de <expr> à la ligne suivante. La seconde affiche la valeur de expr à la suite du dernier caractère affiché.

Exemple :

La commande :

? 'Nom du client'

affiche la chaîne de caractères 'Nom du client' à l'écran.

III.2.5.9. Introduction de données avec ACCEPT et INPUT

Forme BNF :

<accept> ::= **ACCEPT** <expr> **TO** <var>

Cette commande affiche la valeur de <expr> à l'écran et puis attend l'introduction d'une chaîne de caractères au clavier pour la ranger dans <var>.

Exemple :

La commande :

accept 'Nom du client ?' to NOM

entraîne l'affichage du message 'Nom du client ?'. Cette question reste posée jusqu'à ce qu'on introduise une chaîne de caractères qui est mémorisée dans la variable interne nom.

La commande INPUT est destinée à introduire une valeur numérique dans le programme; sa syntaxe est semblable à celle de ACCEPT.

III.2.5.10. La commande LOCATE

Structure de la commande :

<locate> ::= **LOCATE** [<portée>] **FOR** <condition>

<portée> ::= **next** entier

<portée> est l'expression d'un intervalle d'enregistrements consécutifs. La commande <locate> sert à trouver l'emplacement d'un enregistrement possédant certaines caractéristiques requises. Si <portée> est spécifiée, la recherche commence à partir de l'enregistrement courant et se termine lorsque la portée <portée> est dépassée, sinon la recherche commence au début du fichier et se poursuit jusqu'à la fin du fichier.

Exemple :

Pour demander à dBase des informations relatives à Dupond, on peut taper :

```
LOCATE FOR NOM = 'Dupond'
```

III.2.5.11. Structure de boucle

dBase propose deux commandes associées DO WHILE et ENDDO qui autorisent la répétition d'un bloc d'instructions compris entre les mots DO WHILE et ENDDO. dBase doit également connaître la condition contenue entre les deux formes DO WHILE et ENDDO.

Une boucle a la forme BNF suivante :

```
<while> ::= DO WHILE <condition>
                <séquence>
            ENDDO
```

III.2.5.12. L'alternative

Structure BNF de l'alternative :

```
<if> ::= IF <condition> <séquence> ENDIF |
         IF <condition> <séquence1> ELSE <séquence2> ENDIF
```

Cette instruction spécifie qu'une action doit être exécutée si une certaine condition est vraie, si elle est fausse, deux cas peuvent se présenter :

- aucune instruction n'est exécutée ou
- l'instruction qui suit le mot ELSE est exécutée.

L'exemple suivant a pour but de faire afficher à l'écran pour chaque LIGNECOM de la base de données le prix à facturer.

```
select 1
use LIGNECOM alias LIG                          (1)
select 2
use PRODUIT alias PRO                           (2)

select LIG                                      (3)
goto top                                        (4)

do while .not. eof()

          select PRO                            (5)
          locate for NPRO = LIG->NPRO           (6)

          if .not. eof()
               ?LIG->QCOM*PRIX
          endif                                 (7)

select LIG
skip                                            (8)
enddo                                           (9)
```

(1) ouverture du fichier LIGNECOM et définition de son surnom LIG.

(2) ouverture du fichier PRODUIT et définition de son surnom PRO.

(3) rend actif le fichier LIGNECOM.

(4) rend courant le premier enregistrement du fichier actif.

(5) rend courant le fichier PRODUIT.

(6) accède à un enregistrement dont le champ NPRO du fichier actif est égal au champ NPRO du fichier LIGNECOM.
Pour utiliser un enregistrement d'un fichier non actif, il faut ajouter l'alias et une flèche avant le nom de champ.

(7) Si la fin du fichier n'est pas atteint alors afficher LIG->QCOM*PRIX à l'écran.

(8) l'instruction SKIP fait passer à l'enregistrement suivant.

(9) la forme ENDDO provoque une boucle vers l'évaluation de la condition ".not.eof()" (fin du fichier atteinte?). Le processus continue jusqu'à la fin de la base de données.

III.3. CONCEPTION D'UN GENERATEUR ADL - dBase III

Les premières sections de ce chapitre sont consacrées aux principes généraux de la compilation. Dans les dernières sections, un compilateur en particulier est développé. Nous nous limiterons au strict nécessaire en priant le lecteur intéressé par le sujet de trouver une bibliographie exhaustive dans [AHO & ULLMAN,86].

III.3.1. Vue générale d'un compilateur

La compilation d'un texte en une traduction équivalente se fait en plusieurs phases : l'analyse lexicale, l'analyse syntaxique et la génération de code.

Le principe d'un compilateur est représenté par la figure suivante :

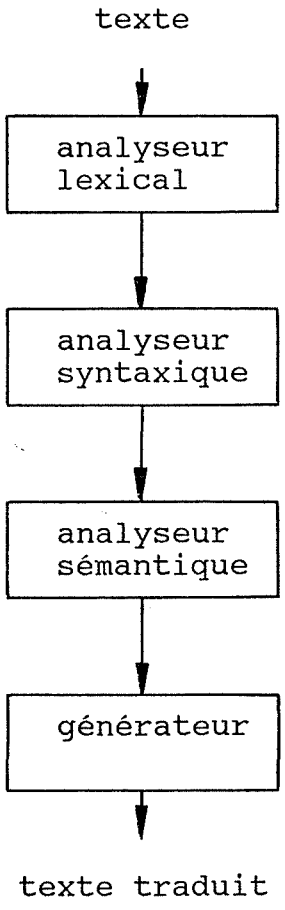


Figure 3.1. : Principe d'un compilateur.

Deux raisons poussent à séparer l'analyse syntaxique et l'analyse lexicale :

- une conception générale plus simple (l'analyseur lexical peut facilement supprimer des blancs et des commentaires, alors qu'il est moins facile d'incorporer des conventions pour les séparateurs et les commentaires dans un analyseur syntaxique),

- une conception plus soignée et plus efficace de chaque analyseur.

III.3.2. Analyse lexicale

Le rôle d'un analyseur lexical est de lire des caractères en entrée, et de produire une suite de symboles : les symboles terminaux d'une grammaire. L'analyseur syntaxique détermine ensuite si cette suite de symboles peut être dérivée des règles de cette grammaire, c'est-à-dire si cette suite de symboles appartient au langage.

III.3.3. Analyse syntaxique

En toute généralité, un analyseur syntaxique vérifie si la structure syntaxique d'un programme est bien formée par rapport aux règles de grammaire du langage cible.

III.3.3.1. Introduction

La syntaxe d'un langage est un ensemble de règles de grammaire dans lesquelles apparaissent les symboles terminaux du langage. La syntaxe décrit ce qu'on peut écrire, sans vouloir en exprimer la sémantique. Définir ainsi un langage revient à donner son alphabet, et décrire les suites de caractères qui appartiennent au langage (par exemple avec une notation BNF).

De telles règles permettent de spécifier un analyseur syntaxique qui détermine si une suite de caractères appartient oui ou non au langage.

III.3.3.2. Notion de forme de phrase, de phrase et de dérivation

Forme de phrase

- la variable distinguée est une forme de phrase

- $\forall\ 0 \leq i \leq n$:
  W_i est une classe syntaxique ou un symbole terminal

  $\forall\ 0 \leq j \leq m$:
  Z_j est une classe syntaxique ou un symbole terminal

  Si $W_0\ W_1\ \ldots\ W_n$ est une forme de phrase et
  s'il existe une règle telle que $W_i = Z_0\ Z_1\ \ldots\ Z_m$

  alors

  $W_0\ W_1\ \ldots\ W_{i-1} Z_0\ Z_1\ \ldots\ Z_m\ W_{i+1}\ \ldots\ W_n$ est une forme de phrase.

Dérivation

Remplacer dans une forme de phrase une classe syntaxique par la chaîne de classes syntaxiques et/ou de symboles terminaux qui la caractérise s'appelle DERIVATION.
Nous dirons que A "dérive" B s'il existe une production A ::= B.

Phrase

Une phrase est une forme de phrase composée uniquement de symboles terminaux.

L'objectif de l'analyse syntaxique est donc de déterminer si un texte donné est une phrase dans un langage donné.

III.3.3.3. Représentation Arborescente

Un arbre de dérivation décrit l'ordre dans lequel les règles de grammaire ont été appliquées pour dériver un programme.

Considérant un sous-arbre de dérivation, la racine de celui-ci est étiquetée par le nom de la classe syntaxique située dans le membre gauche de la règle de grammaire qui s'applique; les feuilles (branches) du sous-arbre sont étiquetées par les noms des symboles terminaux (classes syntaxiques) situés dans le membre droit de cette règle. A la variable distinguée, on associe un noeud.

On pourra donc refléter la situation d'une phrase du langage par son arbre de dérivation.

Exemple

Considérons la grammaire suivante :

<instruction> ::= <if>

| <assignation>

<assignation> ::= id := <expression>

<if> ::= if <condition> **then** <instruction> **endif**

<condition> ::= <expression> < <expression>

<expression> ::= <expression> + <terme>

| <terme>

<terme> ::= <facteur>

<facteur> ::= id

Remarque :

id représente un identificateur.

L'expression

if a < b **then** c := d + e **endif**

a pour arbre de dérivation :

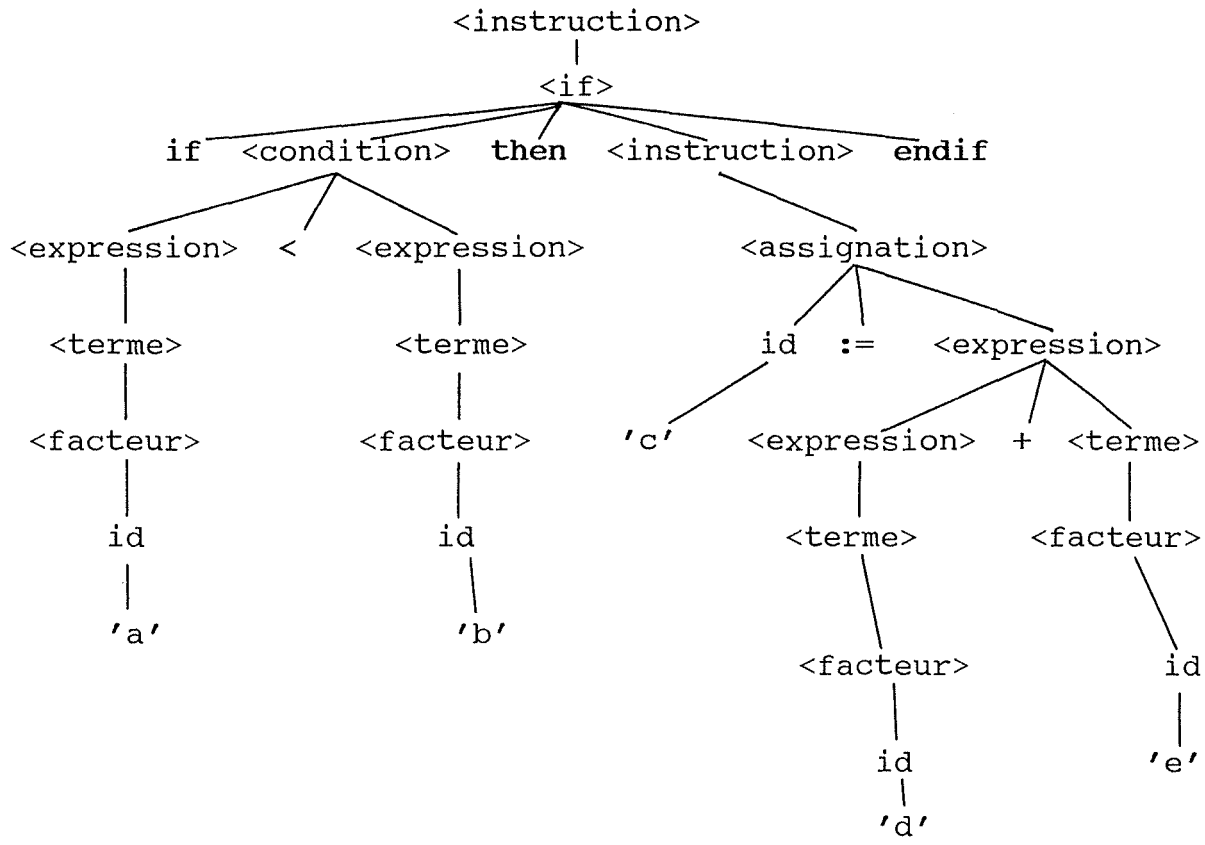


Figure 3.7. : Exemple d'un arbre de dérivation.

III.3.3.4. Classification des analyseurs syntaxiques

Les analyseurs syntaxiques les plus utilisés sont soit des analyseurs "top-down" soit des analyseurs "bottom-up".

Une analyse syntaxique "top-down" construit l'arbre de dérivation à partir de la racine de l'arbre jusqu'aux feuilles tandis qu'une analyse syntaxique "bottom-up" construit l'arbre en commençant par les feuilles et en remontant jusqu'à la racine.

III.3.3.5. L'analyse syntaxique "bottom-up"

Pour mettre en oeuvre l'analyseur syntaxique "bottom-up" on utilisera une technique appelée "shift/reduce parsing".

Le "shift/reduce parsing" essaye de construire un arbre de

dérivation pour une chaîne de symboles terminaux donnée en entrée en commençant par les feuilles et en continuant vers le haut jusqu'à la racine (bottom-up). On peut considérer que ce processus revient à réduire une chaîne de symboles terminaux en variable distinguée de la grammaire.

A chaque étape de réduction, un préfixe particulier de la chaîne d'entrée, qui coïncide avec le membre droit d'une production, est remplacé par le symbole du membre gauche associé. Si le préfixe est choisi correctement à chaque étape, une dérivation est réalisée à l'envers.

Exemple

Considérons la grammaire suivante :

<assignation> ::= id := <expression> (règle 1)

<expression> ::= <expression> + <terme> (règle 2)

| <terme> (règle 3)

<terme> ::= <facteur> (règle 4)

<facteur> ::= id (règle 5)

Après le processus d'analyse lexicale, le texte contenu dans un fichier et écrit sous forme de caractères est transformé en symboles terminaux.

Considérons la chaîne de symboles terminaux suivante :

id := id + id

Pour réaliser un analyseur syntaxique par la technique du "shift/reduce parsing" on utilise une pile pour mémoriser des symboles grammaticaux, et un tampon d'entrée qui contient la chaîne à analyser. Avant l'analyse syntaxique, le fond de la pile et la fin du tampon d'entrée sont marquées par le symbole '$'.

Au début de l'analyse syntaxique le tampon d'entrée contient donc, mis à part le symbole '$', le texte à analyser sous forme d'une chaîne de symboles terminaux.

Schématiquement nous avons la situation suivante :

pile

$	

tampon d'entrée

id	:=	id	+	id	$

L'analyseur syntaxique fait glisser zéro ou plusieurs symboles du tampon d'entrée sur la pile (c'est une action "shift") jusqu'à ce que la suite de symboles empilés coïncide avec le membre droit d'une production, dans ce cas on "réduit" (c'est une action "reduce") la pile en dépilant la plus longue suite de symboles reconnue et en empilant le symbole de la classe syntaxique du membre gauche de la production correspondant à cette suite.

L'analyseur syntaxique répète ce processus jusqu'à ce que la pile contienne la variable distinguée, <assignation> dans notre exemple, et que le tampon soit vide.

Le processus "shift/reduce parsing" est représenté dans le tableau suivant :

pile	tampon	action	
$	id:=id+id$	shift	
$id	:=id+id$	shift	
$id:=	id+id$	shift	
$id:=id	+id$	reduce	règle 5
$id:=<facteur>	+id$	reduce	règle 4
$id:=<terme>	+id$	reduce	règle 3
$id:=<expression>	+id$	shift	
$id:=<expression>+	id$	shift	
$id:=<expression> + id	$	reduce	règle 5
$id:=<expression>+<facteur>	$	reduce	règle 4
$id:=<expression>+<terme>	$	reduce	règle 2
$id:=<expression>	$	reduce	règle 1
$<assignation>	$		

La phrase id := id + id peut être réduite en <assignation>, on dira que cette chaîne appartient au langage.

L'analyseur syntaxique doit donc effectuer une opération shift ou bien une opération reduce. Le choix de cette opération est donné par une table d'analyse (syntaxique).

III.3.3.6. La table d'analyse (ou table SR)

La table d'analyse, qui est produite automatiquement, a la forme suivante.

Les colonnes de la table d'analyse représentent les symboles terminaux de la grammaire tandis que les lignes représentent tous les symboles grammaticaux (symboles terminaux et variables syntaxiques). La fin d'une ligne et la fin d'une colonne sont marquées par le symbole '$', symbole qui n'appartient pas à la grammaire.

La table d'analyse de notre petit exemple peut se représenter par le tableau suivant :

		symboles terminaux			
		id	+	:=	$
variables syntaxiques	<assignation>	E	E	E	R
	<expression>	E	S	E	R
	<terme>	E	R	E	R
	<facteur>	E	R	E	R
	id	E	R	S	R
symboles terminaux	+	S	E	E	E
	:=	S	E	E	E
	$	S	E	E	E

Figure 3.8. : Format de la table d'analyse ou table SR.

Le sommet de la pile et le premier élément du tampon d'entrée forment un couple. Ce couple aboutit à une valeur dans la table

d'analyse qui indique l'opération à effectuer.

Il y a trois valeurs possibles dans la table d'analyse :

S : l'opération à effectuer est SHIFT

R : l'opération à effectuer est REDUCE

E : la situation est erronée

Deux cas d'erreur

- L'analyseur syntaxique trouve une valeur E dans la table SR : le texte n'est pas une phrase de la grammaire.

- L'analyseur syntaxique rencontre une suite de symboles qu'il n'arrive pas à réduire en variable distinguée.

Lors d'une erreur, l'analyseur syntaxique arrête d'analyser le texte en entrée et affiche un "syntax error".

III.3.3.7. Construction de la table d'analyse

Signification par rapport au processus d'analyse lexicale

Les couples (a,b) : SR[a,b] = S

sont des couples dont la suite a b apparaît dans une règle de production.

Les couples (a,b) : SR[a,b] = R

sont des couples tels que a termine une partie droite d'une règle de production et que b soit un $ ou un symbole terminal.

Les couples (a,b) : SR[a,b] = E

sont des couples dont la suite a b ne peut jamais apparaître dans une forme de phrase.

Règles de construction de la relation shift et reduce

Nous allons définir les règles de "construction" de la relation "shift" et de la relation "reduce".

Règles pour la relation "shift"

règle (1-a) $ shift <variable distinguée>

règle (1-b) Si X shift Y et

X est un $ ou un symbole grammatical et
Y ::= $L_0 \ldots L_{n-1}$ où n-1>=0

alors X shift L_0

règle (1-c) Si Y ::= $L_0 \ldots L_{n-1}$ où n-1>=0

alors L_0 shift L_1, L_1 shift L_2, ... , L_{n-2} shift L_{n-1}

En partant de la règle 1a et puis par application des règles (1-c) et (1-b) nous trouvons toutes les relations "shift" qui existent pour une grammaire donnée.

Il y a un risque de boucler car l'application de ces règles peut produire des couples déjà générés! Pour pouvoir automatiser ce processus, il faut s'intéresser uniquement aux couples non encore générés.

Règles pour la relation "reduce"

règle (2-a) <variable distinguée> reduce $

règle (2-b) Si X shift Y et

Y est un $ ou un symbole grammatical et

X ::= $L_0 \ldots L_{n-1}$ où n-1>=0

alors L_{n-1} reduce Y

règle (2-c) Si X reduce Y et

X est un $ ou un symbole grammatical et

Y ::= $L_0 \ldots L_{n-1}$ où n-1>=0

alors X reduce L_0

règle (2-d) Si X reduce Y et

Y est un $ ou un symbole grammatical et

si X ::= $L_0 \ldots L_{n-1}$ où n-1>=0

alors L_{n-1} reduce Y

En appliquant ces dernières règles, nous trouvons tous les couples de la table SR qui provoqueront un "reduce" . Les couples qui ne produisent ni "shift" ni "reduce" sont des couples qui conduisent à une erreur E.

Cependant, pour éviter tout problème lors de l'analyse syntaxique, la grammaire doit vérifier certaines conditions.

Condition 1

Dans la table SR, il ne peut pas y avoir des couples (a,b) vérifiant à la fois a shift b et a reduce b.

Condition 2

Il ne peut y avoir dans la grammaire deux règles de production qui ont la même partie droite : l'opération de réduction est ainsi univoque.

Condition 3

Supposons qu'on ait deux règles de production :

$X ::= L_0 \ldots L_{i-1}\ L_i\ L_{i+1} \ldots L_{n-1}$

et

$Y ::= L_i\ L_{i+1} \ldots L_{n-1}$

Y est un suffixe de X

Dans la table SR nous ne pouvons pas avoir L_{i-1} shift Y sinon la chaîne $L_0 \ldots L_{i-1}\ L_i\ L_{i+1} \ldots L_{n-1}$ sera toujours réduite à X et jamais à $L_i\ L_{i+1}$ Y.

Exemple :

Construisons la table SR pour la grammaire suivante :

<assignation> ::= id := <expression>

<expression> ::= <expression> + <terme>

| <terme>

<terme> ::= <facteur>

<facteur> ::= id

Les relations shift

L'application de la règle (1-a) produit la relation :

"$" shift "<assignation>".

Puisque "<assignation> ::= id := <expression>", l'application de la règle (1-c) produit les relations :

"id" shift ":=" et
":=" shift "<expression>".

Puisque "<expression> := <expression> + <terme>", l'application de la règle (1-c) produit les relations :

"<expression>" shift "+" et
"+" shift "<terme>".

Puisque "$" shift "<assignation>" et "<assignation> ::= id := <expression>", l'application de la règle (1-b) produit la relation:

"$" shift "id".

Puisque ":=" shift "<expression>" et "<expression> ::= <terme>", l'application de la règle (1-b) produit la relation :

":=" shift "<terme>".

Puisque "+" shift "<terme>" et "<terme> ::= <facteur>", l'application de la règle (1-b) produit la relation :

"+" shift "<facteur>".

Puisque ":=" shift "<terme>" et "<terme> ::= <facteur>", l'application de la règle (1-b) produit la relation :

":=" shift "<facteur>".

Puisque "+" shift "<facteur>" et "<facteur> ::= id", l'application de la règle (1-b) produit la relation :

"+" shift "id".

Puisque ":=" shift "<facteur>" et "<facteur> ::= id", l'application de la règle (1-b) produit la relation :

":=" shift "id".

Les relations reduce

L'application de la règle (2-a) produit la relation :

"<assignation>" reduce "$".

Puisque "<expression>" shift "+" et "<expression> ::= <terme>", l'application de la règle (2-b) produit la relation :

"<terme>" reduce "+".

Puisque "<assignation>" reduce "$" et "<assignation> ::= id :=<expression>", l'application de la règle (2-d) produit la relation :

"<expression>" reduce "$".

Puisque "<terme>" reduce "+" et "<terme> ::= <facteur>", l'application de la règle (2-d) produit la relation :

"<facteur>" reduce "+".

Puisque "<expression>" reduce "$" et "<expression> ::= <expression> + <terme>", l'application de la règle (2-d) produit la relation :

"<terme>" reduce "$".

Puisque "<facteur>" reduce "+" et "<facteur> ::= id", l'application de la règle (2-d) produit la relation :

"id" reduce "+".

Puisque "<terme>" reduce "$" et "<terme> ::= <facteur>", l'application de la règle (2-d) produit la relation :

"<facteur>" reduce "$".

Puisque "<facteur>" reduce "$" et "<facteur> ::= id", l'application de la règle (2-d) produit la relation :

"id" reduce "$".

Toutes les relations forment bien la table SR de la page 40:

	id	+	:=	$
<assignation>	E	E	E	R
<expression>	E	S	E	R
<terme>	E	R	E	R
<facteur>	E	R	E	R
id	E	R	S	R
+	S	E	E	E
:=	S	E	E	E
$	S	E	E	E

III.3.4. La génération du code

III.3.4.1. Introduction

Au fur et à mesure de l'analyse syntaxique, le compilateur construit une forêt d'arbres de traduction.

Si l'analyse se termine par une conclusion positive, c'est-à-dire, si le texte est une phrase de la grammaire, alors cette forêt se résume à un seul arbre : l'arbre de traduction du texte source.

Cet arbre de traduction a la propriété suivante :

> le parcours des noeuds terminaux dans l'ordre " à gauche de " donne la traduction de la phrase.

4.2 Principe

A chaque règle de la grammaire on fait correspondre une règle de traduction.

Chaque opération "reduce" aura pour effet supplémentaire d'associer à la variable syntaxique réduite son arbre de traduction, à partir de la règle de traduction de celle-ci.

Finalement, si on arrive à la variable distinguée, on aura automatiquement l'arbre de traduction correspondant au texte initial. Le parcours de cet arbre fournit la traduction.

Exemple

La traduction d'une règle BNF est notée par **trad(règle BNF)**. Les chaînes de caractères entre apostrophes représentent le code dBase généré lors de la compilation. Il est implicitement sous-entendu que l'opération entre les différents attributs de traduction est la concaténation de chaînes de caractères au sens habituel. Aucun symbole particulier n'a donc été employé.

Reprenons la grammaire définie dans le chapitre III.3.3.3. et ajoutons-y les règles de traduction, ce qui donne :

```
<instruction> ::= <if> |
                  <assignation>

     trad(<instruction>) = trad(<if>) |
                           trad(<assignation>)

<if> ::= if <condition> then <instruction> endif

     trad(<if>) = 'if' trad(<condition>) trad(<instruction>)
```

'endif'

<condition> := <expression> < <expression>

trad(<condition>) = trad(<expression>) '<' trad(<expression>)

<expression> ::= <terme>

trad(<expression>) = trad(<terme>)

<terme> ::= <facteur>

trad(<terme>) = trad(<facteur>)

<facteur> ::= identifier

trad(<facteur>) = id

<assignation> ::= id := <expression>

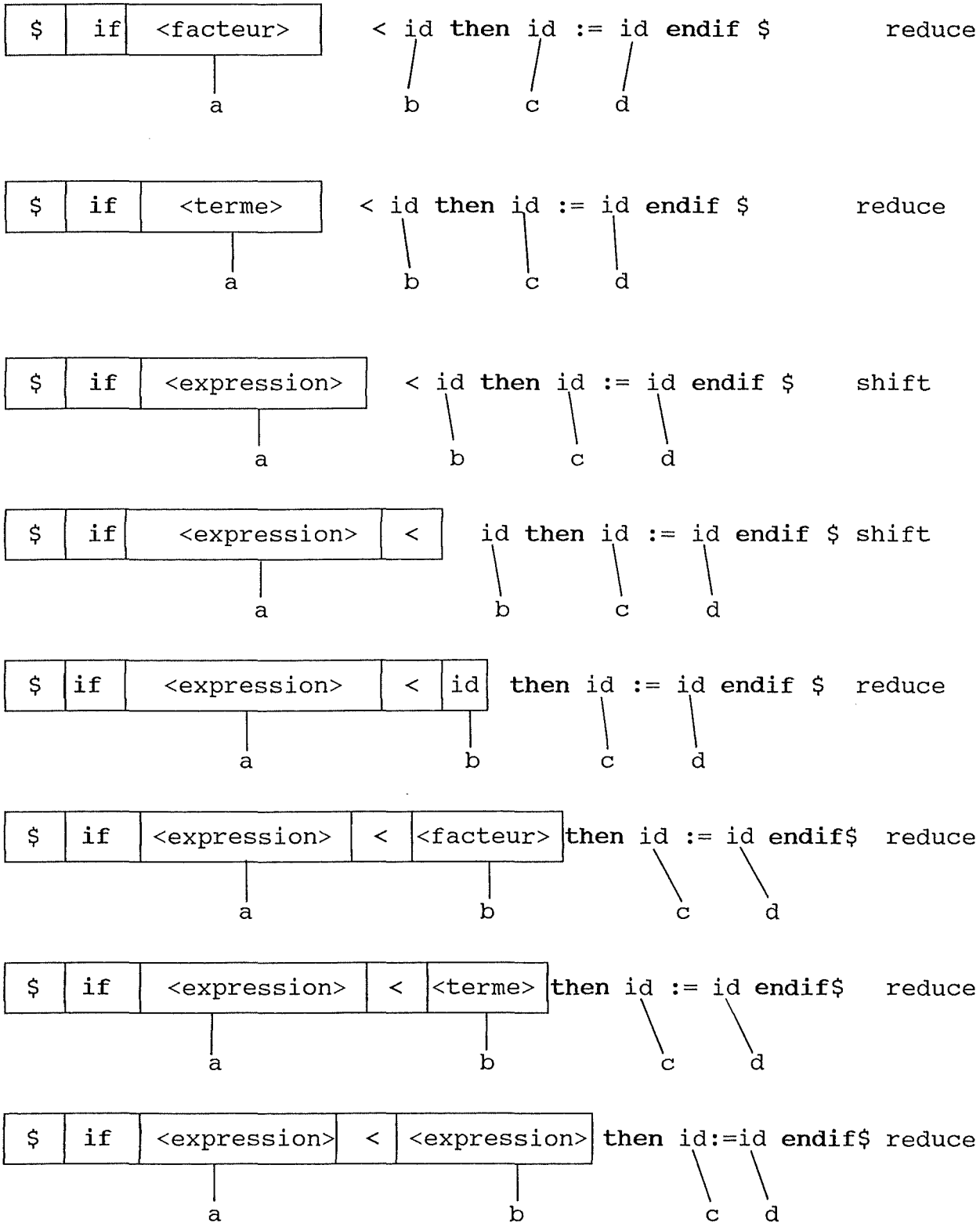
trad(<assignation>) = id '=' trad(<expression>)

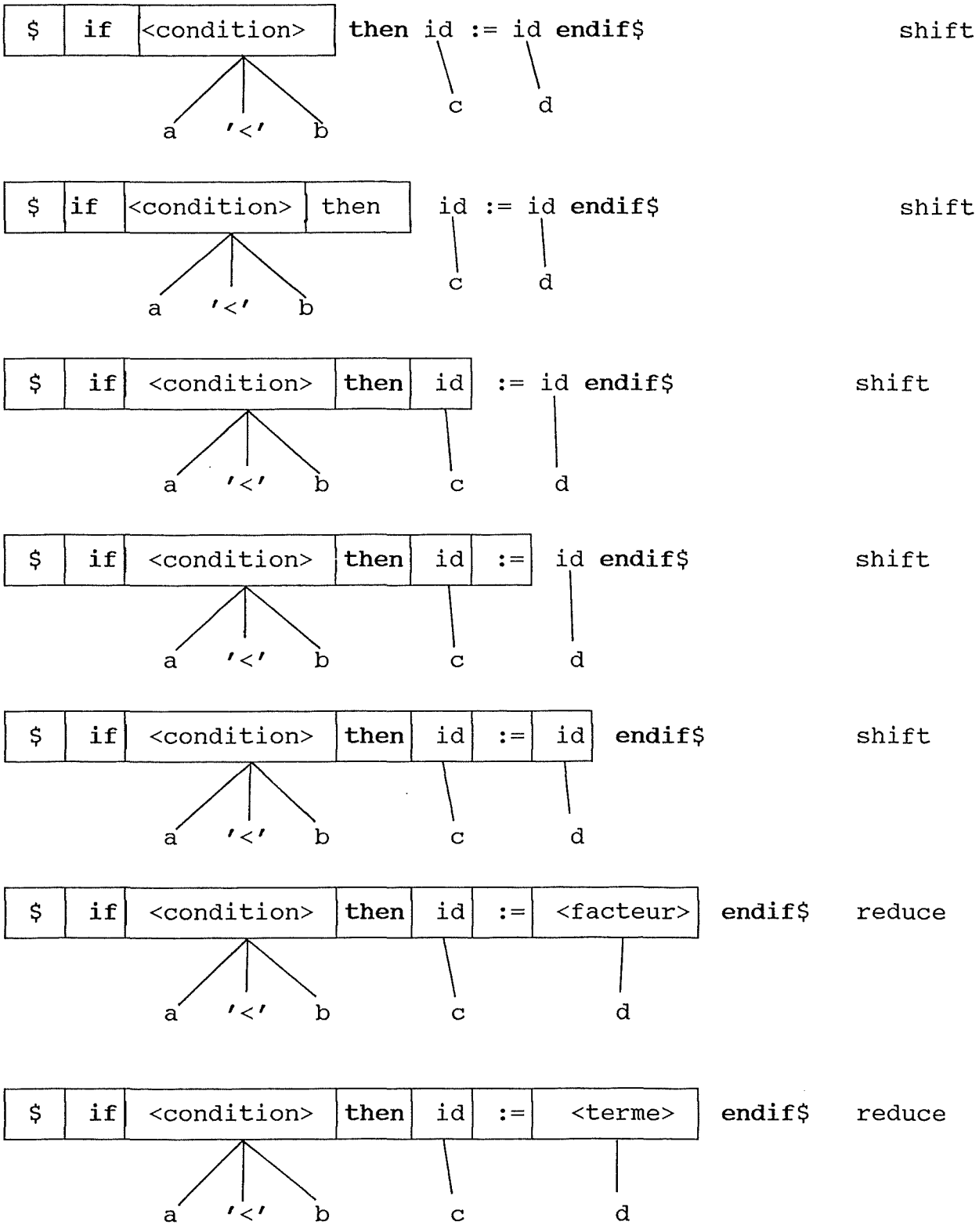
Supposons qu'on ait à traduire l'instruction

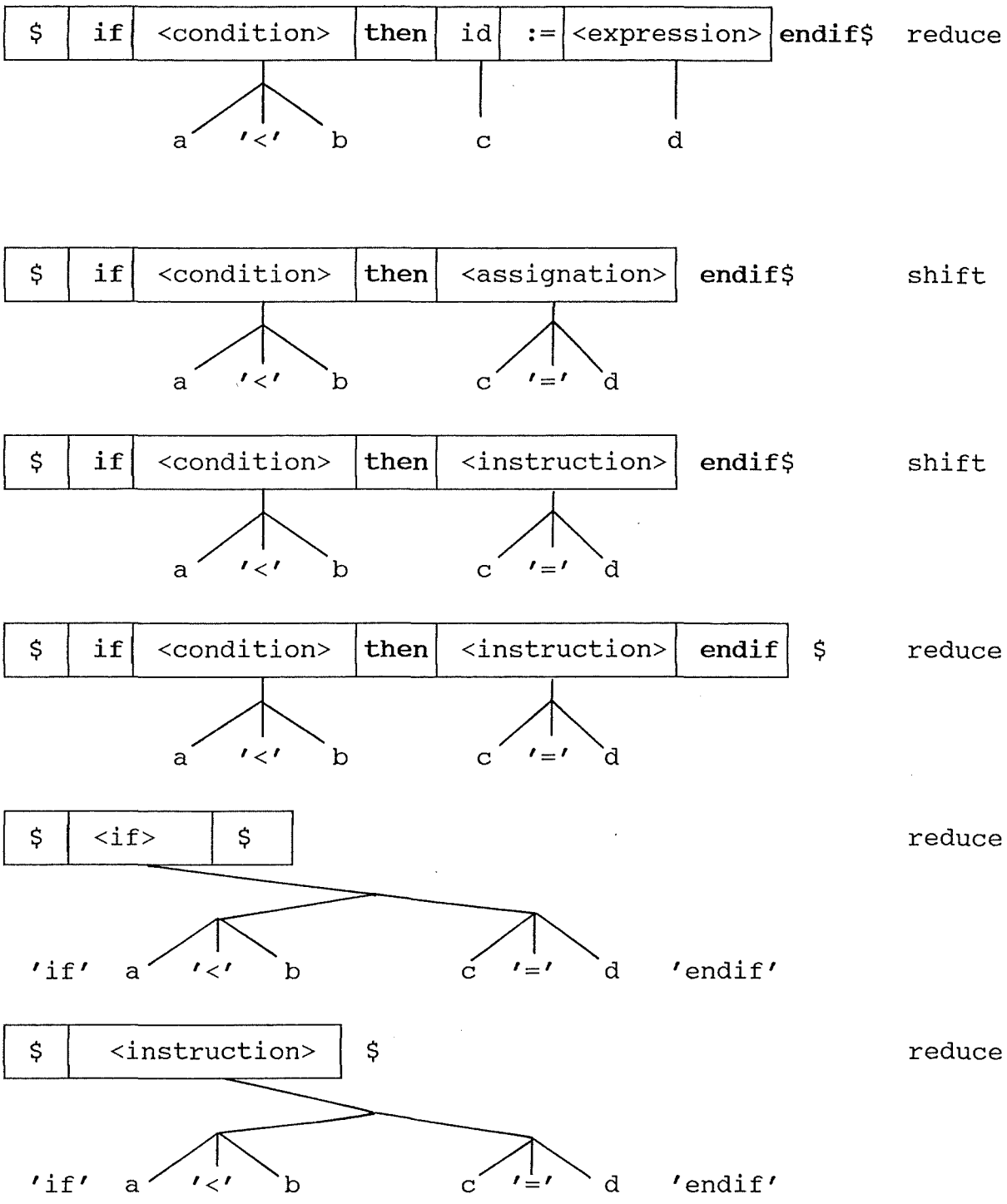
if a < b **then** c:=d **endif.**

L'application du processus de construction de l'arbre de traduction est explicitée ci-dessous :

pile	tampon d'entrée	action
\$	**if** id < id **then** id := id **endif** \$ (a b c d)	shift
\$ **if**	id < id **then** id := id **endif** \$ (a b c d)	shift
\$ **if** id	< id **then** id := id **endif** \$ (a b c d)	reduce


$ if <facteur> < id then id := id endif $ reduce
a b c d
$ if <terme> < id then id := id endif $ reduce
a b c d
$ if <expression> < id then id := id endif $ shift
a b c d
$ if <expression> < id then id := id endif $ shift
a b c d
$ if <expression> < id then id := id endif $ reduce
a b c d
$ if <expression> < <facteur> then id := id endif$ reduce
a b c d
$ if <expression> < <terme> then id := id endif$ reduce
a b c d
$ if <expression> < <expression> then id:=id endif$ reduce
a b c d


$ if <condition> then id := id endif$ shift
a '<' b c d
$ if <condition> then id := id endif$ shift
a '<' b c d
$ if <condition> then id := id endif$ shift
a '<' b c d
$ if <condition> then id := id endif$ shift
a '<' b c d
$ if <condition> then id := id endif$ shift
a '<' b c d
$ if <condition> then id := <facteur> endif$ reduce
a '<' b c d
$ if <condition> then id := <terme> endif$ reduce
a '<' b c d



Le parcours des noeuds terminaux dans l'ordre "à gauche de" donne la traduction :

```
if a < b  c = d endif
```

III.6. Règles de traduction

III.6.1. Introduction

Rappelons qu'à chaque règle BNF de la grammaire d'ADL on fait correspondre une règle de traduction. La traduction d'une règle BNF est notée par **trad(** règle BNF **)**. Les chaînes de caractères entre apostrophes représentent le code dBase généré lors de la compilation. Il est implicitement sous-entendu que l'opération entre les différents attributs de traduction est la concaténation de chaînes de caractères au sens habituel.

Remarquons que la traduction d'un identificateur, d'une chaîne de caractères, d'un nombre est respectivement cet identificateur, cette chaîne de caractères et ce nombre.

III.6.2. Les règles de traduction

Traduction d'une séquence

```
<séquence> ::= <instruction>. |
               <seq> <instruction>.

     trad(<séquence>) = trad(<instruction> |
                        trad(<seq>) trad(<instruction>)

<seq> ::= <instruction>; |
          <seq> <instruction>;

     trad(<seq>) = trad(<instruction> |
                   trad(<seq>) trad(<instruction>)
```

Traduction des instructions

```
<instruction> ::= <write> |
                  <writeln> |
                  <read> |
                  <assignation> |
                  <if> |
                  <while> |
                  <for>

     trad(<instruction>) = trad(<write>) |
                           trad(<writeln>) |
                           trad(<read>) |
                           trad(<assignation>) |
                           trad(<if>) |
                           trad(<while>) |
                           trad(<for>)
```

<write> ::= **write** (<expression>)

trad(<write>) = **'?'**trad(<expression>)

<writeln> ::= **writeln** (<expression>)

trad(<writeln>) = **'??'**trad(<expression>)

<constante> ::= <string> |
entier

trad(<constante>) = trad(<string>) |
trad(entier)

<read> ::= **read** (<string> , identificateur)

Si la valeur de "identificateur" représente une chaîne de caractères alors :

trad(<read>) = **'accept'** trad(<string>) **'to'**
trad(identificateur)

Si la valeur de "identificateur" représente une constante entière alors :

trad(<read>) = **'input'** trad(<string>) **'to'**
trad(identificateur)

<assignation> ::= identificateur := <expression>

trad(<assignation>) = trad(identificateur) **'='**
trad(<expression>)

<expression> ::= <expression> <opérateur-d'addition> <terme> |
<terme>

trad(<expression>) = trad(<expression>) trad(<opérateur-
d'addition>) trad(<terme>) |
trad(<terme>)

<operateur-d'addition> ::= + | -

trad(<operateur-d'addition>) = **'+'** | **'-'**

<terme> ::= <facteur> |
<terme> <opérateur-multiplicateur> <facteur>

trad(<terme>) = trad(<facteur>) |
trad(<terme>) trad(<opérateur-multiplicateur>)
trad(<facteur>)

<opérateur-multiplicateur> ::= * | /

trad(<opérateur-multiplicateur>) = * | /

<facteur> ::= identificateur |
<constante> |
<attribut> |
(<expression>)

trad(<facteur>) = trad(identificateur) |
trad(<constante>) |
trad(<attribut>) |
'(' trad(<expression>) ')'

<attribut> ::= <nom-attribut> (: <variable-entité>)

Si <nom-attribut> est le nom d'un attibut d'un type d'entité que référence la variable d'entité <variable-entité> alors :

trad(<attribut>) = trad(<variable-entité>) '->' trad(<nom-attribut>)

<condition-n> ::= <expression> <oper-rel> <expression>

Si les expressions <expression> désignent des valeurs compatibles alors :

trad(<condition-n>) = trad(<expression>) trad(<oper-rel>)
trad(<expression>)

<oper-rel> ::= = | <> | < | <= | >= | >

trad(<oper-rel>) ::= '=' | '<>' | '<' | '<=' | '>=' | '>'

<nom-attribut> ::= identificateur

Si <nom-attribut> est le nom d'un attibut d'un type d'entité de la base de données alors :

trad(<nom-attribut>) = trad(identificateur)

<variable-entité> ::= identificateur

Si <variable-entité> est le surnom d'un type d'entité de la base de données alors :

trad(<variable-entité>) = trad(identificateur)

L'assignation d'entité

<assignation-entité> ::= <variable-entité> := <expression-entité>

trad(<assignation-entité>) = 'select' trad(<variable-entité>)
trad(<expression-entité>)

<expression-entité> ::= <type-entité> <CSEL>

trad(<expression-entité>) = trad(<CSEL>)

<CSEL> ::= <condition-ass> |
<condition-att>

Une condition d'association sera transformée en une condition d'attribut. Un type d'association est représentée en dBase de la manière suivante : on ajoute à l'entité cible un nouvel attribut qui correspond à l'identifiant de l'entité origine. Cet attribut permet de représenter l'association entre l'entité origine et l'entité cible.

Considérons l'assignation suivante :

PRO:=PRODUIT(PL:LIG)

Il existe entre PRODUIT et LIGNECOM un type d'association PL. Sachant que PRODUIT est identifié par NPRO, on représente PL par un nouveau champ NPRO dans le fichier LIGNECOM de telle sorte que la valeur NPRO identifie le PRODUIT associé à LIGNECOM. Ce processus est illustré par la figure suivante :

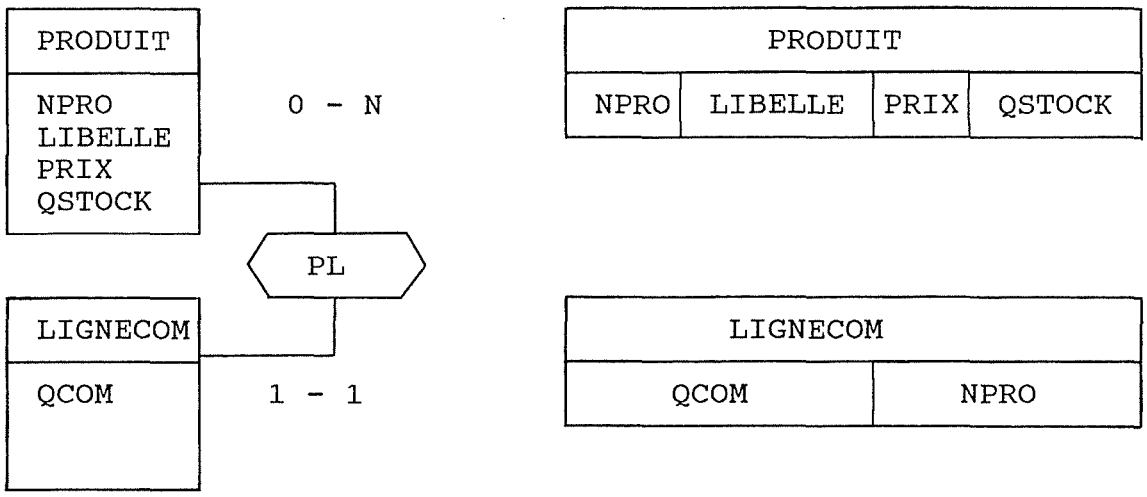


Figure 3.2. : Principe de représentation d'un type d'association.

On transformera la condition d'association comme suit :

PRO:= PRODUIT(NPRO = NPRO(:LIG))

où la valeur de NPRO de LIGNECOM est la référence d'un enregistrement PRODUIT

trad(<CSEL>) ::= trad(<condition-ass>) |
trad(<condition-att>)

<condition-att> ::= (: <nom-attribut> <oper-rel> <expression>)

Si <nom-attribut> est un attribut du type d'entité évalué et si <nom-attribut> et <expression> désignent des valeurs comparables alors :

trad(<condition-att>) = **'locate next 10000 for '** trad(<nom-attribut>) trad(<oper-rel>) trad(<expression>)

<condition-ass> ::= (<type-association> : <variable-entité>)

Si <type-association> est le nom d'un type d'association entre le type d'entité que référence <variable-entité> et le type d'entité évalué alors:

trad(<condition-ass>) = **'locate next 10000 for '** VAR **'='**
NOM **'->'** VAR

où - VAR désigne le champ du type d'entité cible que référence le type d'entité origine;
- NOM désigne le nom de la variable d'entité du type d'entité évaluée.

L'alternative

<if> ::= **if** <condition-n> **then** <seq> **endif** |

if <condition-n> **then** <seq> **else** <seq> **endif**

trad(<if>) = **'if'** trad(<condition-n>) trad(<seq>) **'endif'**|
'if' trad(<condition-n>) trad(<seq>) **'else'**
trad(<seq>) **'endif'**

<if> ::= **if** <ens> <condition-att> **then** <seq> **endif** |

if <ens> <condition-att> **then** <seq> **else** <seq> **endif**

```
trad(<if>) =  'select ' NOM
              'goto top '
              'N = 0 '
              'do while .not. eof() '
              trad(<condition-att>)
                   'if eof() '
                       'exit '
                   'endif '
                   'X'NOM '= recno()'
               'N = N + 1 '
               'select ' NOM
               'goto X' NOM ' + 1 '
               'enddo '
               'if N <> 0 '
                    trad(<seq>)
               'endif '
```

où NOM désigne la variable qui référence le type d'entité <ens>.

```
<if> ::= if <ens> ( <type-association> : <ens> ) do <seq>
         endif
```

L'alternative avec une condition d'association sera traduite de manière différente selon que la connectivité du type d'association est 1 - N ou N - 1.

Si <type-association> est le nom d'un type d'association entre le type d'entité que référence <variable-entité1> et le type d'entité <type-entité> alors:

Si la connectivité du type d'association désigné par <type-association> est 1 - N alors la traduction devient :

```
trad(<if>) = 'select ' NOM2
              'N = 0 '
              'goto top '
              'do while .not. eof() '
              'locate next 10000 for ' VAR '=' NOM '->' VAR
                   'if eof() '
                       'exit '
                   'endif '
                   'X' NOM2 '= recno()'
               'N = N + 1 '
               'select ' NOM2
               'goto X' NOM2 ' + 1 '
               'enddo '
               'if N <> 0 '
                    trad(<seq>)
               'endif'
```

sinon

```
trad(<if>) = 'select ' NOM2
             'N = 0 '
             'locate for ' VAR '=' NOM '->' VAR
             'if .not. eof() '
             'N = N + 1 '
             'endif'
             'if N <> 0 '
                  trad(<seq>)
             'endif'
```

où - VAR désigne le champ du type d'entité cible que référence le type d'entité origine;
- NOM désigne la variable évaluée;
- NOM2 désigne la variable que référence le type d'entité évalué.

La boucle while

<while> ::= **while** <condition-n> **do** <seq> **endwhile**

```
trad(<while>) ::= 'do while' trad(<condition-n>)
                  trad(<seq>) 'enddo'
```

La boucle énumérative

Accès séquentiel

<for> ::= for <variable-entité> := <type-entité> do
<seq> endfor

Si <type-entité> représente un type d'entité de la base de données alors :

```
trad(<for>) = 'select ' trad(<variable-entité>)
              'goto top '
              'do while .not. eof() '
                   trad(<seq>)
              'select ' trad(<variable-entité>)
              'skip '
              'enddo '
```

Accès par clé

<for> ::= for <variable-entité> := <type-entité> <condition-att> do <seq> endfor

Si <type-entité> représente un type d'entité de la base de données alors :

```
trad(<for>) = 'select ' trad(<variable-entité>)
              'goto top '
              'do while .not. eof() '
                   trad(<condition-att>)
                   'if eof() '
                       'exit '
                   'endif '

                   'X'trad(<variable-entité>) '= recno()'
                              trad(<seq>)
               'select ' trad(<variable-entité>)
               'goto X' trad(<variable-entité>) ' + 1 '
               'enddo '
```

Accès par association

<for> ::= for <variable-entité> := <type-entité> (<type-association> : <variable-entité2>) do <seq> endfor

La boucle énumérative avec une condition d'association sera traduite de manière différente selon que la connectivité du type d'association est 1 - N ou N - 1.

Si <type-association> est le nom d'un type d'association entre le type d'entité que référence <variable-entité1> et le type d'entité <type-entité> alors:

Si la connectivité du type d'association désigné par <type-association> est 1 - N alors la traduction de la boucle énumérative est la suivante :

```
trad(<for>) = 'select ' trad(<variable-entité>)
              'goto top '
              'do while .not. eof() '
              'locate next 10000 for ' VAR '=' trad(<variable-
               entité2> '->' VAR
                   'if eof() '
                       'exit '
                   'endif '
                   'X'trad(<variable-entité>) '= recno()'
                              trad(<seq>)
               'select ' trad(<variable-entité>)
               'goto X' trad(<variable-entité>) ' + 1 '
               'enddo '
```

sinon

```
trad(<for>) = 'select ' trad(<variable-entité>)
              'locate for ' VAR '=' trad(<variable-
               entité2> '->' VAR
              'if .not. eof() '
                   trad(<seq>)
               'endif'
```

où - VAR désigne le champ du type d'entité cible que référence le type d'entité origine.

III.7. REALISATION

III.7.1. Introduction

L'atelier a été réalisé en TURBO PASCAL version 3 sur un ordinateur personnel.

Pour vérifier à la génération la validité des procédures rédigées en LDA, le générateur dBase doit avoir accès à la base des spécifications. La base des spécifications contient le schéma conceptuel, défini en I.4.4., de la base de données en cours de conception. Le système de gestion de base de données NDBS assumera le rôle de la base des spécifications.

NDBS, ou Network Data Base System, est un environnement base de données permettant le développement d'applications base de données en Pascal sur micro-ordinateur.

L'environnement NDBS comprend trois composants : un "data base handler", un "high-level language pre-processor" et un "data dictionary/schema processor" interactif.

Le "data base handler" est un ensemble de procédures qui offre au programmeur la possibilité d'ajouter, de supprimer et de consulter des informations sélectionnées. Le "data base handler" permettra d'introduire le contenu de la base des spécifications.

Le "schema processor" est un programme qui permet à l'utilisateur d'introduire la description de la base des spécifications,de l'afficher et de l'imprimer.

Le "high level language pre-processor" permet au programmeur d'écrire des programmes base de données en un langage appelé LDA-Pascal (Langage de description d'algorithmes imbriqué en Pascal). Ces programmes permettent d'accéder à la base des spécifications. Une étude plus complète de NDBS est disponible dans [HAINAUT,87].

III.7.2. Architecture logique de l'atelier de développement d'applications dBase

Nous avons décomposé notre atelier en modules relativement indépendants. Cette découpe en modules, bien connue en génie logiciel, offre l'avantage de la réutilisabilité éventuelle de certains de ces modules dans d'autres applications.

L'architecture logique de l'atelier est représentée à la page suivante.

III.7.3. Description des modules

Module coordonnateur

Ce module contrôle la présentation des informations sur écran ainsi que le dialogue avec l'utilisateur. Il coordonne l'activation des différents modules.

Module chargeur

Ce module permet d'introduire une description d'une base de données en projet.

Module générateur de rapport

Ce module permet de produire un rapport détaillé de la base des spécifications, ainsi que la description dBase d'une base de données.

Module GENERATEUR dBase

Ce module joue les rôles de gérant (scheduler) et de coordonnateur du générateur dBase, initialise tout ce qui doit l'être puis réalise la compilation effective. C'est dans ce module que se trouvent décrites toutes les constantes, variables globales et symboles de la grammaire.

Module ANALYSEUR LEXICAL

La fonction de ce module est de réaliser l'analyse lexicale, c'est-à-dire de lire un texte donné sous forme de chaîne de caractères et de le transformer, si possible, en termes de symboles terminaux de la grammaire. Tous les symboles terminaux sont stockés dans un tableau appelé tampon d'entrée.

Le module GETTOKEN lit le texte à analyser (qui est obligatoirement contenu dans un fichier), un token à la fois.

Module CONSTRUCTEUR

La fonction de ce module est de constuire toutes les structures de données dont a besoin le compilateur : la table d'analyse contenant les opérations shift et reduce correspondant à notre grammaire, la table contenant toutes les règles de production et la table qui contiendra les rubans de traduction.

Pour ce faire, ce module se compose essentiellement de trois procédures, à savoir :

- la procédure BUILD_PRODUCTION qui construit le tableau contenant toutes les règles de la grammaire à partir d'un fichier permanent;
- la procédure BUILD_SRE qui construit la table d'analyse correspondant à la grammaire;
- la procédure BUILD_FS qui construit la table des rubans de traduction. Les rubans de traduction sont obtenus à partir d'un fichier dans lequel ils ont été sauvegardés.

Module TRADUCTEUR

La fonction de ce module est de réaliser l'analyse syntaxique. Au fur et à mesure de l'analyse syntaxique, ce module fait l'analyse sémantique et construit l'arbre de traduction. L'analyse sémantique nécessite l'accès à la base des spécifications NDBS.

Module PARCOUREUR D'ARBRE

La fonction de ce module est de parcourir l'arbre de traduction, en vue de produire, dans un fichier, le texte dBase.

Module UTILITAIRES

La fonction de ce module est de fournir à l'ensemble des autres modules toute une panoplie de fonctions, d'outils ayant pour but de faciliter le travail de conception de ces modules. C'est ainsi que nous trouverons, entre autres, dans ce module des procédures permettant

- d'intervenir dans la construction de l'arbre de traduction;
- de modifier une pile;
- de gérer et de manipuler des pointeurs, etc.

III.7.4. Implémentation de l'atelier

Le texte des différents modules formant l'atelier que nous avons réalisé se trouve dans un appendice séparé.

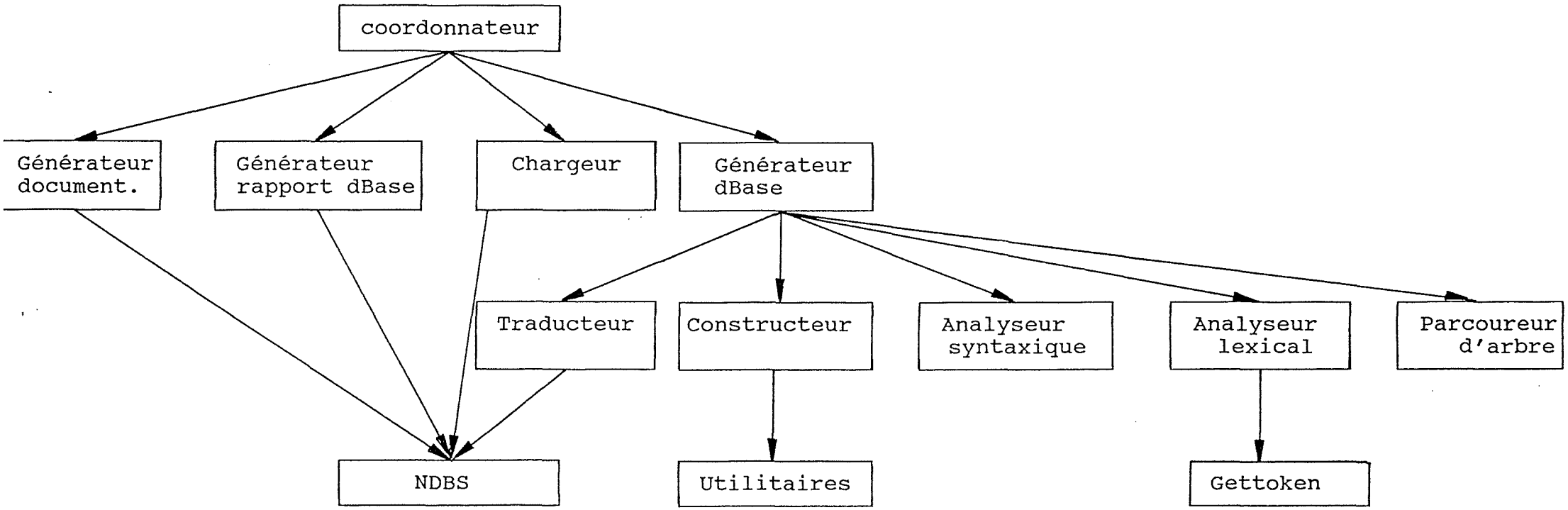


Figure 3.10. : Architecture de l'atelier.

III.8. EXEMPLES

III.8.1. Domaine d'application

Le domaine d'application a été décrit en I.4.3. de ce mémoire. Le format et le contenu initial des fichiers est donné en annexe 1.

III.8.2. Le schéma Entité-Association

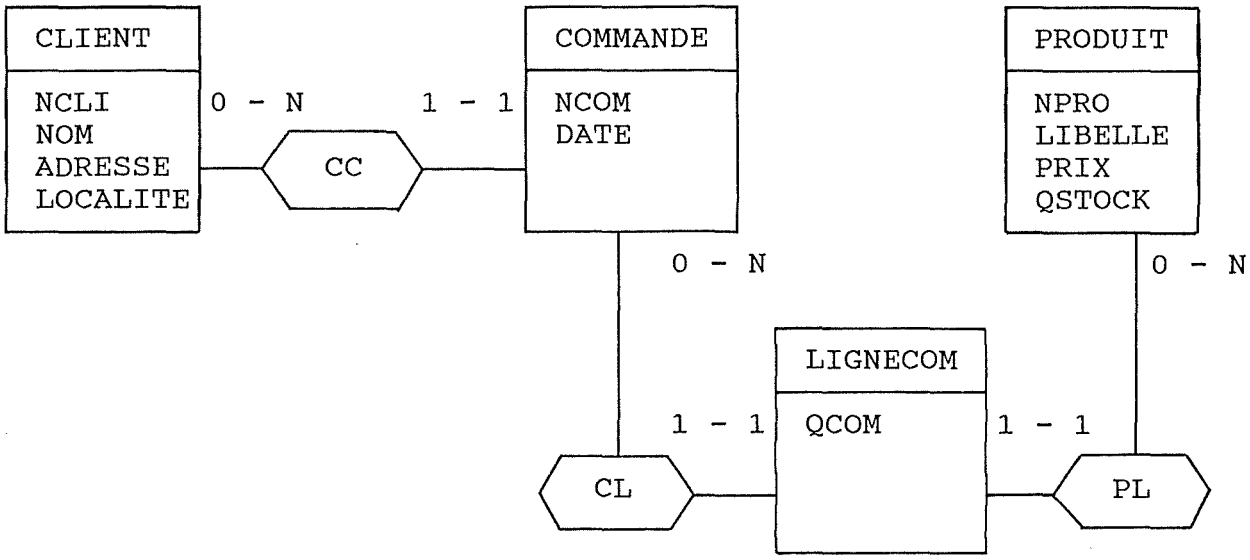


Figure 3.4. : Le schéma Entité-Association de l'exemple développé dans ce chapitre.

III.8.3. Spécification des traitements

Nous retenons les quatre fonctions suivantes :

Fonction 1 permet d'obtenir les libellés des produits avec leur identifiant et la qualité disponible.

Fonction 2 affiche pour chaque commande d'un client spécifié les informations sur ce client, cette commande, le produit et le prix à facturer.

Fonction 3 affiche à l'écran les clients habitant une certaine localité et ayant passé au moins une commande.

Fonction 4 donne tous les clients ayant commandé un certain produit.

Le texte ADL et le résultat de la génération ainsi que quelques exemples d'exécution du texte dBase III sur la base de données de support sont présentés dans les points suivants.

III.8.4. Le programma ADL

```
REPONSE := 'N';

while REPONSE = 'N' do
write('                          MENU PRINCIPAL');
write('                          --------------');
write('1 : Tous les renseigements concernant tous les produits.');
write('2 : Pour chaque LIGNECOM de chaque commande d'un CLIENT ');
write('    spécifié afficher les informations sur ce CLIENT ');
write('    cette commande, le PRODUIT et le prix  facturer');
write('3 : Tous les renseignements concernant tous les CLIENTs');
write('    d'une certaine LOCALITE ayant passe au moins une');
write('    COMMANDE');
write('4 : Tous les clients ayant commandés un certain produit');
write('5 : Sortie');

read('Choissisez (1 à 5) dans le menu : ',REPONSE);

if REPONSE = '1' then
write('Numéro       Libellé     Quantité disponible');
write('-------------------------------------------');
for pro:=produit do
    write(NPRO(:PRO));
    writeln('    ');
    writeln(LIBELLE(:PRO));
    writeln(QSTOCK(:PRO));
endfor;
write('-------------------------------------------');
REPONSE := 'N';
endif;

if REPONSE = '2' then
read('Numéro de client : ',NUM);
for com:=commande(:ncli=NUM) do
     for lig:=lignecom(cl:com) do
          for pro:=produit(pl:lig) do
               write('Client :');
               writeln(NCLI(:com));
               writeln(' - Comm :');
               writeln(NCOM(:com));
               writeln(DATE(:com));
               writeln(' - Produit :');
               writeln(QCOM(:lig));
```

```
                writeln('x');
                writeln(NPRO(:lig));
                writeln(' - Total :');
                writeln(QCOM(:lig)*prix);
            endfor;
        endfor;
endfor;
REPONSE := 'N';
endif;

if REPONSE = '3' then
read('Localité du client : ',LOC);
for cli:=client do
      if commande(cc:cli) then
          if LOCALITE(:CLI) = LOC then
            write(NCLI(:cli));
            writeln('  ');
            writeln(NOM(:cli));
            writeln(ADRESSE(:cli));
          endif;
      endif;
endfor;
REPONSE := 'N';
endif;

if REPONSE = '4' then
read('Numéro du produit : ',num);
       for pro:=produit(:npro=num) do
           for lig:=lignecom(pl:pro) do
               for com:=commande(cl:lig) do
                   for cli:=client(cc:com) do
                       write(LIBELLE(:PRO));
                       writeln('  ');
                       writeln(NOM(:cli));
                       writeln('  ');
                       writeln(ADRESSE(:cli));
                   endfor;
               endfor;
           endfor;
        endfor;
REPONSE := 'N';
endif;
endwhile.
```

III.8.4. Le programma dBase III

```
close databases
select 1
use CLIENT alias CLI
select 2
use COMMANDE alias COM
select 3
use LIGNECOM alias LIG
select 4
use PRODUIT alias PRO
REPONSE = 'N'
do while REPONSE = 'N'
    ?'                          MENU PRINCIPAL'
    ?'                          --------------'
    ?'1 : Tous les renseigements concernant tous les produits.'
    ?'2 : Pour chaque LIGNECOM de chaque commande d'un CLIENT '
    ?'    spécifié afficher les informations sur ce CLIENT '
    ?'    cette commande le PRODUIT et le prix  facturer'
    ?'3 : Tous les renseignements concernant tous les CLIENTs '
    ?'    d'une certaine LOCALITE ayant passé au moins une'
    ?'    COMMANDE'
    ?'4 : Tous les clients ayant commandés un certain produit'
    ?'5 : Sortie'
    accept 'Choissisez (1 à 5) dans le menu : ' to REPONSE
    if REPONSE = '1'
        ?'Numéro       Libellé     Quantité disponible'
        ?'-------------------------------------------'
        select PRO
        goto top
        do while .not. eof()
            ?PRO->NPRO
            ??'    '
            ??PRO->LIBELLE
            ??PRO->QSTOCK
        select PRO
        skip
        enddo
        ?'-------------------------------------------'
    REPONSE = 'N'
    endif
    if REPONSE = '2'
    accept 'Numéro de client : ' to NUM
    select COM
    goto top
    do while .not. eof()
        locate next 10000 for NCLI = NUM
        if eof()
            exit
        endif
        XCOM = recno()
```

```
        select LIG
        goto top
        do while .not. eof()
            locate next 10000 for NCOM = COM->NCOM
            if eof()
                exit
            endif
            XLIG = recno()
                select PRO
                locate for NPRO = LIG->NPRO
                if .not. eof()
                    ?'Client :'
                    ??COM->NCLI
                    ??' - Comm :'
                    ??COM->NCOM
                    ??COM->DATE
                    ??' - Produit :'
                    ??LIG->QCOM
                    ??'x'
                    ??LIG->NPRO
                    ??' - Total :'
                    ??LIG->QCOM*PRIX
                endif
        select LIG
        goto XLIG +1
        enddo
select COM
goto XCOM + 1
enddo
REPONSE = 'N'
endif
if REPONSE = '3'
accept 'Localité du client : ' to LOC
select CLI
goto top
do while .not. eof()
    select COM
    N = 0
    goto top
    do while .not. eof()
        locate next 10000 for NCLI = CLI->NCLI
        if eof()
            exit
        endif
        XCOM = recno()
        N = N + 1
        select COM
        goto XCOM + 1
    enddo
    if N <> 0
      if CLI->LOCALITE = LOC
        ?CLI->NCLI
```

```
            ??'  '
            ??CLI->NOM
            ??CLI->ADRESSE
           endif
        endif
    select CLI
    skip
    enddo
    REPONSE = 'N'
    endif
    if REPONSE = '4'
    accept 'Numéro du produit : ' to NUM
    select PRO
    goto top
    do while .not. eof()
        locate next 10000 for NPRO = NUM
        if eof()
            exit
        endif
        XPRO = recno()
            select LIG
            goto top
            do while .not. eof()
                locate next 10000 for NPRO = PRO->NPRO
                if eof()
                    exit
                endif
                XLIG = recno()
                select COM
                    locate for NCOM = LIG->NCOM
                    if .not. eof()
                        select CLI
                        locate for NCLI = COM->NCLI
                        if .not. eof()
                            ?PRO->LIBELLE
                            ??'  '
                            ??CLI->NOM
                            ??'  '
                            ??CLI->ADRESSE
                        endif
                    endif
            select LIG
            goto XLIG + 1
            enddo
    select PRO
    goto XPRO + 1
    enddo
    REPONSE = 'N'
    endif
enddo
close databases
```

III.8.5. Exécution du texte dBase

```
. do menu.prg
                    MENU PRINCIPAL
                    --------------
  1 : Tous les renseigements concernant tous les produits.
  2 : Pour chaque LIGNECOM de chaque commande d un CLIENT
      spécifié afficher les informations sur ce CLIENT
      cette commande le PRODUIT et le prix à facturer
  3 : Tous les renseignements concernant tous les CLIENTs
      d une certaine LOCALITE ayant passe au moins une
      COMMANDE
  4 : Tous les clients ayant commandés un certain produit
  5 : Sortie


  Choissisez (1 à 5) dans le menu : 1
  Numéro       Libellé      Quantité disponible
  ------------------------------------------
  PS222     PL. SAPIN 200x20x2    1220
  PH222     PL. HETRE 200x20x2     782
  CS464     CHEV. SAPIN 400x6x4    450
  CS264     CHEV. SAPIN 200x6x41  2690
  CS262     CHEV. SAPIN 200x6x2     45
  PA60      POINTE ACIER 60 (1K)   134
  PA45      POINTE ACIER 45 (1K)   580
  ------------------------------------------


  Choissisez (1 à 5) dans le menu : 2
  Numéro de client : C400
  Client :C400 - Comm :179 12/3/85  - Produit :  20xPA60  - Total :      1900
  Client :C400 - Comm :179 12/3/85  - Produit :  60xCS262 - Total :      4500
  Client :C400 - Comm :184 27/3/85  - Produit : 120xCS464 - Total :     26400
  Client :C400 - Comm :184 27/3/85  - Produit :  20xPA45  - Total :      2100
  Client :C400 - Comm :186 2/4/85   - Produit :   3xPA45  - Total :       315


  Choissisez (1 à 5) dans le menu : 3
  Localité du client : Liege
  B512  GILLET      14, r. de l'Ete
  F011  PONCELET    17, Clos des Erables


  Choissisez (1 à 5) dans le menu : 4
  Numéro du produit : CS464
  CHEV. SAPIN 400x6x4   VANBIST       180, r. Florimont
  CHEV. SAPIN 400x6x4   FERARD        65, r. du Tertre
  CHEV. SAPIN 400x6x4   PONCELET      17, Clos des Erables
  CHEV. SAPIN 400x6x4   GILLET        14, r. de l'Ete
```

CONCLUSIONS

L'objectif de ce mémoire était de développer un outil d'aide à la conception d'applications dBase. Un outil qui, malgré la complexité des programmes de gestion, rend la conception d'une base de données et la programmation orientée base de données simple et efficace.

Pour ce faire nous avons présenté une démarche de conception de base de données qui réduit la complexité par fragmentation du problème. L'outil permet d'introduire une base de données selon le modèle Entité-Association et la description d'une collection de procédures rédigées en LDA. A partir de ces descriptions il est possible de produire automatiquement des programmes dBase III. L'outil rend la programmation orientée base de données plus simple et permet une mise au point rapide des programmes dBase.

Le générateur dBase est fait de telle façon qu'il est très simple et peu coûteux d'étendre la grammaire du langage procédural LDA et qu'il ne faut rien ajouter pour vérifier la syntaxe des règles de grammaire supplémentaires.

Outre les fonctions d'aide à la spécification, les fonctions de génération de texte dBase III et de rapport dBase III, il serait intéressant d'ajouter à l'atelier les fonctions suivantes :

- une génération automatique des écrans en dBase;
- une fonction de modification des spécifications qui permet un contôle de cohérence;
- une fonction de validation des spécifications qui vérifie la conformité des spécifications à dBase III;
- une fonction de transformation des spécifications qui rend les spécifications conformes à dBase III.

Toutes ces fonctions rendraient l'atelier encore plus utile et efficace.

BIBLIOGRAPHIE

[AHO-ULLMAN,86]
AHO, ULLMAN, Compilers, principles, techniques and tools, Addison Wesley Series in Computer Science, 1986.

[ANSI,75]
ANSI/X3/SPARC, Study group on Data Base Management System, Interim report, FDT (ACM-SIGMOD Bulletin), n°2,1975

[BENCI,74]
BENCI, BODART, CABANES, DEHENEFFE, HAINAUT, LEROY, RANDON, SAVOYSKI, THULY, Introductory report, in proc. of the Intern. Workshop on Data Structure Models for Information Systems, Presses Universitaires de Namur, 1975

[BOD-PIG,83/88]
BODART, PIGNEUR, Conception assistée des applications informatiques - 1. Etude d'opportunité et analyse conceptuelle, Masson, Paris, 1983/1988.

[CHEN,76]
CHEN, The Entity Relationship Model - Toward a unified view of data, ACM TODS,1976

[DATE,86]
DATE, An introduction to database systems, vol.1, Addison-Wesley,1986

[HAINAUT,86]
HAINAUT, Conception assistée des applications informatiques - 2. Conception de la base de données. Masson, Paris, 1986.

[HAINAUT,86]
HAINAUT, Aspects théoriques et pratiques des modèles Entité-Association, Institut d'Informatique, Facultés Universitaires de Namur, 1988.

[HAINAUT,86]
HAINAUT, Application de l'informatique à la résolution de problèmes, Institut d'Informatique, Facultés Universitaires de Namur, 1988.

[HAINAUT,87]
HAINAUT, NDBS A simple data base system for small computers, Institut d'Informatique, Facultés Universitaires de Namur, 1988.

[MACDONALD,84]
MACDONALD, Information Engineering to math fourth generation tools, Maidenhead

[PARNAS,74]
PARNAS, On a Buzzword : Hierarchical Structure, Information Processing 74 North Holland, 1974.

[SIMPSON,87]
SYMPSON, Introduction à dBase III, Sybex, Paris, 1987.

[TARDIEU,83]
TARDIEU, ROCHFELD, COLETTI, Méthode MERISE : principes et outils, Editions d'Organisation, Paris, 1983.

[ULLMAN,82]
ULLMAN, Principles of database systems, Computer Science Press, 1982.

[WEINBERG,80]
WEINBERG, Structured analysis, Prentice Hall, 1980

[ZELKOVITZ,79]
ZELKOVITZ,SHAW,GANNON, Principles of Software Engineering and Design, Prentice Hall, 1979.

Annexes

Le fichier CLIENT

Description du fichier CLIENT.DBF

Field	Field name	Type	Width	Dec
1	NCLI	Character	4	
2	NOM	Character	12	
3	ADRESSE	Character	20	
4	LOCALITE	Character	12	

Chaque enregistrement décrit un client. NCLI représente son numéro identifiant, NOM son nom, ADRESSE son adresse, LOCALITE sa localité de résidence.

Contenu du fichier CLIENT.DBF

Record #	NCLI	NOM	ADRESSE	LOCALITE
1	B112	HANSENE A.	23, a. Dumont	Andenne
2	C123	MERCIER	25, r. Lemaitre	Namur
3	B332	MONTI	112, R. Neuve	Stavelot
4	FO1O	TOUSSAINT	5, r. Godefroid	Andenne
5	K111	VANBIST	18O, r. Fforimont	Amay
6	S127	VANDERKA	3, av. des Roses	Namur
7	B512	GILLET	14, r. de l'Ete	Liege
8	BO62	GOFFIN	72, r. de la Gare	Namur
9	C4OO	FERARD	65, r. du Tertre	Andenne
10	C003	AVRON	8, ch. de la Cure	Liege
11	K729	NEUMAN	4O, r. Bransart	Liege
12	F011	PONCELET	17, Clos des Erables	Liege
13	L422	FRANCK	6O, r. de Wepion	Namur
14	S712	GUILLAUME	14a, ch. des	Wepion
15	D063	NADOY	201, bvd du Nord	Liege
16	F4OO	JACOB	78, ch. du Moulin	Louvain

Le fichier COMMANDE

Description du fichier COMMANDE.DBF

Field	Field name	Type	Width	Dec
1	NCOM	Character	4	
2	NCLI	Character	4	
3	DATE	Character	8	

Chaque enregistrement décrit une commande passée par un client. NCOM représente le numéro du identifiant la commande, NCLI représente le numéro du client qui a passé la commande, DATE représente la date à laquelle la commande a été passée.

Contenu du fichier COMMANDE.DBF

Record #	NCOM	NCLI	DATE
1	178	K111	12/03/85
2	179	C400	12/03/85
3	182	S127	14/03/85
4	184	C400	27/03/85
5	185	F011	02/03/85
6	186	C400	02/04/85
7	188	B412	03/04/85

Le fichier LIGNECOM

Description du fichier LIGNECOM.DBF

Field	Field name	Type	Width	Dec
1	NCOM	Character	4	
2	NPRO	Character	5	
3	QCOM	Numeric	4	

Un enregistrement décrit une ligne d'une commande spécifiant un produit. NCOM précise le numéro de la commande à laquelle la ligne appartient, NPRO spécifie le produit commandé et QCOM représente la quantité commandée.

Contenu du fichier LIGNECOM.DBF

Record #	NCOM	NPRO	QCOM
1	178	CS464	25
2	179	PA60	20
3	179	CS262	60
4	182	PA6O	30
5	184	CS464	12O
6	184	PA45	20
7	185	PA60	15
8	185	PS222	600
9	185	CS464	26O
10	186	PA45	3
11	188	PA60	70
12	188	PH222	92
13	188	CS464	180
14	188	PA45	22

Le fichier PRODUIT

Description du fichier PRODUIT.DBF

Field	Field name	Type	Width	Dec
1	NPRO	Character	5	
2	LIBELLE	Character	20	
3	PRIX	Numeric	5	
4	QSTOCK	Numeric	6	

Un enregistrement décrit un produit qui peut être commandé par un client. NPRO représente le numéro identifiant le produit, LIBELLE donne le nom conventionnel du produit, PRIX indique le prix à l'unité et QSTOCK la quantité restant en stock.

Contenu du fichier PRODUIT.DBF

Record #	NPRO	LIBELLE	PRIX	QSTOCK
1	CS262	CHEV. SAPIN 200x6x2	75	45
2	CS264	CHEV. SAPIN 200x6x41	120	2690
3	CS464	CHEV. SAPIN 400x6x4	220	450
4	PA45	POINTE ACIER 45 (1K)	105	580
5	PA60	POINTE ACIER 60 (1K)	95	134
6	PH222	PL. HETRE 200x20x2	230	782
7	PS222	PL.SAPAIN 200x20x2	185	1220

CONCEPTION ET REALISATION
D'UN
ATELIER DE DEVELOPPEMENT
DBASE-III

Mode d'emploi et implémentation de l'atelier

Mémoire présenté par
Jan Wasiak
en vue de l'obtention du titre de
Licencié et Maître en Informatique

Promoteur : Professeur Jean-Luc Hainaut

Table des matières

1. MODE D'EMPLOI

Pour lancer l'exécution de l'atelier il suffit de taper ADAdB.

L'écran principal de l'atelier est le suivant :

1. Gestion des bases de données.
2. Consultation des bases de données.
3. Rapport de la base de données.
4. Génération de programme dBase.
5. Quitter l'atelier.

Votre choix :

L'option 1 exécute un gestionnaire d'écran qui permet d'introduire et de modifier une description d'une base de données en projet.

L'option 3 permet de produire un rapport d'une base de données en projet. En annexe 1 se trouve le rapport de la base de données développée dans la première partie.

Lorsque l'utilisateur veut générer un programme dBase, il doit exécuter la quatrième option. Une "invite" apparaîtra alors pour lui demander le nom du fichier LDA à traduire. A partir de ce moment, la génération est lancée.

Quand elle est terminée, un des messages suivants apparaît :

La compilation à réussie.
Le texte dBase se trouve dans le fichier NOM_FICHIER.PRG.

Ou bien :

En cas d'erreur (erreur lors de la compilation ou le cas où le programme n'appartient pas à un schéma) l'atelier affichera le type d'erreur et la ligne dans le texte LDA où cette erreur se situe. Un fichier d'erreur NOM_FICHIER.ERR reprend ce qui a été affiché.

En cas de réussite, il n'y a plus qu'à lancer le programme dBase dans l'interpréteur dBase et prendre bonne note des résultats.

Avant de lancer la génération dBase, il faut donc d'abord créer un fichier contenant le texte rédigé en LDA. Ce fichier peut être créé à l'aide de n'importe quel traitement de texte.

L'option 5 permet de sortir de l'atelier.

2. L'IMPLEMENTATION DE L'ATELIER

2.1. Représentation de la grammaire

Toute règle de grammaire est constituée de symboles de la grammaire. Ces derniers sont représentés par un type énuméré (GRAMMAIRE_SYMBOLE). A chaque symbole de la grammaire correspond donc un nombre entier qui désigne son rang dans cette énumération.

D'où l'idée de représenter toute règle de la grammaire par une suite de nombres entiers ordonnés de la façon suivante :

- toutes les suites ont une longueur maximale déterminée par la longueur de la plus longue règle de la grammaire;

- le premier nombre entier de la suite correspond au rang du symbole apparaissant dans la partie gauche de la règle de grammaire en question;

- le rang des symboles apparaissant dans la partie droite de la règle de grammaire est placé dans la suite de telle fàçon que la règle soit justifieé à droite : le dernier élément de la suite correspond au rang du dernier symbole de cette règle de grammaire. Ce procédé crée inévitablement dans la suite des éléments dépourvus de toute valeur, d'autant plus si la longueur de la règle est inférieure à la longueur maximale. A ces élemnets de la suite sera associé le rang du symbole "NULL" conseillé dans le type énuméré.

La table complète des règles de la grammaire LDA mise sous cette forme se trouve en annexe 2 (GRAMFILE.DTA).

2.2. La table d'analyse

La table d'analyse est vue comme une matrice dont les indices représentent le rang des éléments énumérés dans le type énuméré GRAMMAIRE_SYMBOLE.

La table d'analyse est sauvée dans un fichier permanent SRTFILE.DTA. Cette dernière décision a été prise pour éviter à chaque exécution de reconstruire la table d'analyse. La table d'analyse générée par l'atelier à partir de la grammaire définie au point précédent se trouve en annexe 3.

3.3. Les rubans de traduction

Les rubans élémentaires de traduction sont stockés dans le fichier FSFILE.DTA. Ce fichier se trouve en annexe 4.

3.4. Le texte PASCAL de l'atelier

```
const

{*************************************************************}
{*                  Constantes propres à la grammaire        *}
{*************************************************************}


{ Le nombre de règles de production }
nb_production = 45;

{ La longueur, en symboles, de la plus longue règle de production }
long_max_prod = 16;


{*************************************************************}
{*                  Constantes propres au compilateur        *}
{*************************************************************}

{ Hauteur maximale de la pile }
long_max_pile = 600;

{ Taille maximale du tank de traduction }
taille_tank = 31000;

{ Taille maximale de la table de travail }
max_table = 20;

type

{*************************************************************}
{*                    Types liés à la grammaire              *}
{*************************************************************}

{*************************************************************}
{*                                                           *}
{*  Les symboles de la grammaire :                           *}
{*                                                           *}
{*  On distingue : - les variables syntaxiques, notées VS_,  *}
{*                 - les variables terminaux qui comprennent des *}
{*                   variables terminales, notées VT_,       *}
{*                 - le symbole $, noté S_ENTREE_SYM,        *}
{*                 - un élément "neutre", noté VS_NULL.      *}
{*                                                           *}
{*  Convention : on énumère les symboles dans l'ordre suivant :  *}
{*                                                           *}
{*               VS_NULL, les variables syntaxiques, les variables  *}
{*               terminales, les mots réservés et enfin S_ENTREE_SYM  *}
{*                                                           *}
{*************************************************************}


SYMBOLE_GRAMMAIRE =
(VS_NULL,
VS_INSTRUCTION, VS_ASSIGNMENT, VS_SEQUENCE, VS_EXPR, VS_TERM, VS_FACTOR,
VS_SEQ, VS_READ, VS_FOR, VS_CONDITION, VS_WRITE, VS_WRITELN,
```

```
VS_ASSIGNATION_ENTITE, VS_CONDITION_LDA, VS_INTERVAL, VS_WHILE, VS_IF,
VT_WRITE, VT_POINT, VT_SEMI_COLON, VT_ID, VT_STR, VT_ASSIGN, VT_PLUS,
VT_MOINS, VT_MULTIPLIC, VT_DIVISION, VT_PARENTHESE_OUVRANTE,
VT_PARENTHESE_FERMANTE, VT_READ, VT_FOR, VT_ENDFOR, VT_DO, VT_COMMA,
VT_EQUALITY, VT_COLON, VT_IF, VT_THEN, VT_ENDIF, VT_ELSE, VT_INEQUALITY,
VT_LESS_THEN, VT_GREATER_THEN, VT_LESS_OR_EQUAL, VT_GREATER_OR_EQUAL,
VT_WRITELN, VT_REL_OP, VT_WHILE, VT_ENDWHILE, VT_ENTIER, S_ENTREE_SYM);

{ Les variables syntaxiques de la grammaire }
gram_var_sym = VS_INSTRUCTION..VS_IF;

{ Les symboles terminaux }
gram_ter_sym = VT_WRITE..S_ENTREE_SYM;

{*****************************************************************}
{*                      Types liés au compilateur                *}
{*****************************************************************}


{ Forme d'une règle de production : le numéro, la partie gauche et
  la partie droite

  Convention : la partie droite est cadrée à droite et éventuellement
               précédée de VS_NULL's.
  Justification : cela permet d'avoir une structure constante.
}

REGLE_PRODUCTION =
      RECORD
         NUMERO_PROD : INTEGER;
         PART_GAUCHE : GRAM_VAR_SYM;
         PART_DROITE : ARRAY[0..long_max_prod] of SYMBOLE_GRAMMAIRE
      end;

SRE = (SHIFTACT,REDUCEACT,ERRORACT);

STRING_SPECIFIER = record
        LOWER : integer;
        UPPER : integer;
        end;

{ Forme d'un TOKEN : le numéro de la ligne dans le fichier SOURCE,
  son type, et sa position dans le tank
}

TOKEN = RECORD
        LINE : integer;
        KIND : GRAM_TER_SYM;
        LIMITS : STRING_SPECIFIER;
        end;

NODE_KIND = (TERM_SYMBOL, STANDARD, FINAL_STR,STANDARDB);

{ Forme d'un pointeur vers un noeud de l'arbre de traduction
}
```

```
PTR = ^TREE_NODE;

{ Forme d'un noeud de l'arbre de traduction : pointer vers le
  noeud frère, pointeur vers le noeud fils, et le type de
  l'élément contenant le noeud
}

TREE_NODE =  record
            FRERE : PTR;
            FILS : PTR;
            CASE KIND : NODE_KIND OF
                TERM_SYMBOL : (TERMINAL : TOKEN);
                STANDARD : (NON_TERMINAL : GRAM_TER_SYM);
                STANDARDB : (NON_TERMINALB : GRAM_VAR_SYM);
                FINAL_STR : (STR_BEGIN, STR_END : integer);
            END;

ROOT_PTR = PTR;

{ Les rubans "élémentaires" de traduction
}

SF_CONSTANTE = (SF_PLUS,SF_MOINS,SF_MULTIPLIC,SF_DIVISION,SF_WRITE,
                SF_ASSIGN,SF_READB,SF_READE,SF_SELECT,SF_GOTOTOP,
                SF_SKIP,SF_END,SF_DO,SF_USE,SF_ALIAS,SF_ARROW,SF_GOTO,
                SF_X,SF_INC,SF_IF,SF_EOF,SF_EXIT,SF_ENDIF,SF_LOCATE1,
                SF_LOCATE2,SF_RECNO,SF_NOT,SF_N,SF_N1,SF_N2,
                SF_PARENTHESE_OUVRANTE,SF_PARENTHESE_FERMANTE,
                SF_ELSE,SF_WHILE,SF_INEQUALITY,SF_LESS_THEN,
                SF_GREATER_THEN, SF_LESS_OR_EQUAL,SF_GREATER_OR_EQUAL,
                SF_ENDDO, SF_ENTER, SF_COUNT, SF_INPUT, SF_TABUL_P,
                SF_TABUL_M, SF_NULL);

{ Forme d'un élément de la pile : le symbole, le pointeur vers l'arbre
  de traduction associé
}

elem_pile = record
              SYMBOL : SYMBOLE_GRAMMAIRE;
              PTR_TO_TREE : PTR;
              LINE : integer;
              end;

{*************************************************************************
{*                        Types liés à l'analyse lexicale                *
{*************************************************************************

stlgl = string[80];

{ Le type d'un token
}

genre = (endline, endfile, word, space, int, symbol, comment);
```

```
tampon = record
           full : boolean;
           val : char;
           end;

str = string[40];

{*************************************************************************}
{*                      Types liés à l'analyse sémantique                *}
{*************************************************************************}

{ La table de travail }

TABLE_TYPE = array[1..max_table] of record
                        name : str;
                        typ : str;
                        origine : str;
                        cible : str;
                        bit : boolean;
                        end;
```

```
(*****************************************************************)
(*                          Les variables                        *)
(*****************************************************************)

VAR

line_number, num_tank, num_table, nr_regle, i ,j , k : integer;

table : table_type;

TANK : record
       TOP : INTEGER;
       ELEM : ARRAY [1..taille_tank] OF CHAR
       end;

TOPSYM : TOKEN;

{ structure de la pile }

PILE :  RECORD
        TOP : integer;
        ELEM : array[0..long_max_pile] of ELEM_PILE;
        end;

{ structure du tampon d'entrée }

ENTREE : RECORD
         TOP : integer;
         ELEM : array[0..long_max_pile] of ELEM_PILE;
         end;

SOURCE, { fichier contenant le texte rédigé en ADL }

LISTER, { fichier contenant le texte dBase généré }

GRAMFILE, { fichier contenant la grammaire ADL }

SRTFILE, { fichier contenant la table d'analyse }

FSFILE { fichier contenant les rubans de traduction }  : TEXT;

{ Un élément de la table d'analyse }

T : SRE;

{ La table d'analyse }

SRT : array[VS_INSTRUCTION..S_ENTREE_SYM,VT_WRITE..S_ENTREE_SYM] of SRE;

{ La table contenant la grammaire }

GRAMMAIRE : array[1..NB_PRODUCTION] of REGLE_PRODUCTION;

{ La table contenant les rubans de traduction }
```

```
FS : array[SF_CONSTANTE] of STRING_SPECIFIER;

{ Booléen indiquant si on a trouvé la variable distinguée }

VAR_DISTINGUEE : boolean;

p , q , r, s, ptr_l, ptr_r, ptr_tamp: PTR;

unchar : tampon;

typexp : genre;

f : text;

resultat, fichier, message, origine, cible,
TAMP2, TAMP1, TAMP, mot : stlgl;

typ1 : str;

INTER, CON, entite1, entite2, attribut_com, nom_attribut : stlgl;

con_ass, enter, continue_compilation,
yes, found, detecter_erreur : boolean;
```

```
{*****************************************************************
{*                      Analyseur lexical                        *
{*                                                               *
{* Ce module demande le nom du fichier à compiler. Si c'est un fichier  *
{* existant et s'il appartient à une base de données ce module réalise  *
{* l'analyse lexicale. C'est-à-dire le contenu du fichier est transformé*
{* en symboles terminaux qui sont stockés dans le tableaux ENTREE       *
{*****************************************************************

Function CAPITAL(ch : str) : str;

var i : integer;

begin
for i:=1 to length(ch) do ch[i] := upcase(ch[i]);
capital := ch;
end;

(*-----------------------------------------------------------------*)

Procedure FICHIER_APPARTIENT_SCHEMA;

var PRO : TPROCEDUR;
    trouve : boolean;

begin
trouve := false;
dbfirst(PROCEDUR,PRO);
while dbfound and not trouve do
      begin
      if PRO.NOM_PROCEDURE = FICHIER then trouve := true
      else dbnext(PROCEDUR,PRO);
      end;
if trouve = false then
      begin
      writeln;
      writeln('Le fichier ',fichier,' n''appartient pas à un schéma');
      continue_compilation := false;
      end;
end;

(*-----------------------------------------------------------------*)

Procedure INITIALISATION (var source : text; var unchar : tampon);

type st20 = string[20];

var j : integer;
    PRO : TPROCEDUR;

begin
     clrscr;
     gotoxy(5,12);
     write('Nom du fichier à traduire en dBase : ');
     repeat
```

```
      gotoxy(5,47);
      readln(FICHIER);
      assign (SOURCE, FICHIER);
      {$I-}reset(SOURCE);{$I+}
      if ioresult <> 0 then
         writeln('Le fichier ',fichier,' n''existe pas!');
      until ioresult = 0;
      writeln;
      unchar.full:=false;
      unchar.val:='?';
      gotoxy(15,52);
      FICHIER := CAPITAL(FICHIER);
      RESULTAT := FICHIER;
      delete(RESULTAT,length(RESULTAT)-3,length(RESULTAT));
      RESULTAT := RESULTAT + '.PRG';
      write('              Compilation : ',FICHIER,' -> ');
      writeln(RESULTAT);
      FICHIER_APPARTIENT_SCHEMA;
end;

(*-------------------------------------------------------------------*)
Procedure GETTOKEN (var f:text; var st : stlgl ; var typexp : genre);

var x : char;
    i: integer;

procedure GETTOKEN2 ;


(* But : Distinguer les symboles faisant partie d'une même expression
(*       à partir du fichier source f.
(*       Unchar est une variable tampon qui mémorise le dernier caractère
(*       lu si celui-ci fait partie de l'expression suivante (unchar.full
(*         = true), mis à '?' sinon (unchar.full = false).

var tabu: char;

procedure CAS1;
(*       Utilisation : L'expression est de type symbol.
(*                     Le dernier caractère de l'expression a été lu.
(*                     => unchar.val prend la valeur '?'.
(*                        unchar.full = false.

begin
       unchar.full:=false;
       unchar.val:='?';
```

```
        typexp:=symbol;
        st:=st+x
end;

procedure CASNUM;
(*       Utilisation : Le caractère courant est un numérique.
(*       Résultat    : L'expression est de type Int.
(*                     L'expression finale est dans le paramètre st,
(*                     résultat.
(*                     Unchar.val = '?'    si l'entier se termine en fin
(*                     Unchar.full =false              de ligne.
(*
(*                     Unchar.full =true et
(*                     Unchar.val = premier caractère de l'expression
(*                              suivante sinon.

begin
     typexp:=int;
     while ('0'<=x) and (x<='9') and not eoln(f) do
     begin
           st:=st+x;
           read (f,x)
     end;
     if eoln(f) and (('0'<=x) and (x<='9'))
         then begin st:=st+x;
                    unchar.full:=false;
                    unchar.val:='?'
              end
         else begin unchar.full:=true;
                    unchar.val:=x
               end
end;

Procedure INEGALITE;
(* Utilisation : le dernier caractère lu est soit >, soit <.           *)
(* Résultat    : le contenu de st est >= ou  <= ou <> et unchar.val='?'*)
(*                                                    unchar.full=false*)

(*                                        > ou < et unchar.val = premier   *
(*                caractère de l'expression suivante; unchar.full=true.*

begin
     typexp:=symbol;
     st:=st+x;
     if not eoln(f)
```

```
     then begin
                read (f,x);
                if (x='>') or (x='=')
                then begin st:=st+x;
                           unchar.val:='?'; unchar.full:=false
                     end
                else begin unchar.val:=x;
                           unchar.full:=true
                     end
          end;
 end;

Procedure POINT;
(* Utilisation : le dernier caractère lu est un point.                  *)
(* Résultat    : le contenu de st est '..' et unchar.val='?'            *)
(*                                          unchar.full=false  ou       *)
(*               le contenu de st est '.' et unchar.val = premier       *)
(*               caractère de l'expression suivante si eoln(f)=faux,    *)
(*               unchar.full = true.                                    *)


begin
     typexp:=symbol;
     st:=st+x;
     if not eoln(f)
     then begin
             read (f,x);
             if x ='.' then begin
                              st:=st+x;
                              unchar.val:='?';
                              unchar.full:=false
                            end
                       else begin
                              unchar.val:=x;
                              unchar.full:=true
                              end
          end;
end;

Procedure APOSTROPHE;
(* Utilisation : le dernier caractère lu est une apostrophe (').        *)
(* Résultat    : l'expression est de type comment.                      *)
(*               st = expression complète.                              *)
(*               unchar.val=premier caractère de l'expression suivante  *)
(*                        si celui-ci a été lu.                         *)
(*               unchar.full=true                                       *)
(*               unchar.val= '?'et unchar.full=false sinon.             *)

  procedure commentaire;
  begin
       while (x<>'''') and (not eoln(f)) do
       begin
           st:=st+x;
           read(f,x)
       end
```

```
   end;

begin
     typexp:=comment;
     st:=st+x;
     if not eoln(f)
     then begin
               read(f,x);
               commentaire;
               if (eoln(f) and (x='''')) then begin st:=st+x;
                                                    unchar.full:=false;
                                                    unchar.val:='?' end;
               if (not eoln(f) and (x=''''))
                  then begin
                            st:=st+x;
                            read (f,x);
                            if (x='''') then apostrophe
                                        else begin unchar.val:=x;
                                                   unchar.full:=true
                                             end
                       end
                  else
                  begin
                  if (eoln(f) and (x<>'''') and (st[length(st)]<>''''))
                  then begin
                       write('Erreur !!! Commentaire non achevé ');
                       writeln( ' en ligne ',line_number);
                       DETECTER_ERREUR := true;
                       repeat until keypressed;
                                st:=st+x
                       end;
                  end
          end;
end;

Procedure LETTRE;
(* Utilisation : le dernier caractère lu est une lettre.                *)
(* Résultat    : l'expression est de type word.                         *)
(*               st = expression complète.                              *)
(*           unchar.val = premier caractère de l'expression suivante    *)
(*           et unchar.full = true.                                     *)
(*           unchar.val = '?'et unchar.full = false sinon.              *)


begin
     typexp:=word;
     while ((('A'<= UpCase(x)) and (UpCase(x) <= 'Z'))
            or (('0'<=x) and (x<='9'))) and (not eoln(f))) or ( x='~')
            or (x='^') or (x='#') do
     begin
          st:=st+x;
          read (f,x)
     end;
     if (('A'<=UpCase(x)) and (UpCase(x) <= 'Z'))
         or (('0'<=x) and (x<='9')) or ( x = '~') or (x='^') or (x='#')
```

```
          then begin st:=st+x;
                     unchar.full:=false;
                     unchar.val:='?'
               end
          else begin unchar.full:=true;
                     unchar.val:=x
               end

end;

Procedure Asterix;
(* Utilisation : le dernier caractère lu est '*', il signale le début  *)
(*               d'un commentaire qui s'achève en fin de ligne.        *)
(* Résultat : l'expression est de type comment.                        *)
(*            st = l'expression complète.                              *)
(*            unchar.val = '?', unchar.full:=false.                    *)


begin
    typexp:=comment;
    st:=st+x;
    while not eoln(f) do
    begin
          read(f,x);
          st:=st+x
    end;
    unchar.val:='?';
    unchar.full:=false
end;

Procedure Blanc;
(* Utilisation : dernier caractère lu est un blanc ou une tabulation.  *)
(* Résultat    : l'expression est de type space.                       *)
(*               le contenu de st est équivalent au nombre de blancs   *)
(*               ou tabulations successifs.                            *)
(*             unchar.full = true,                                     *)
(*             unchar.val = premier caractère de l'expression suivante.*)
(* Remarque : l'éditeur de texte Turbo Pascal supprime les blancs en   *)
(*            fin de ligne !                                           *)


var tabu:char;
begin
     tabu:=chr(9);
     typexp:=space;
     while ((x=' ') or (x=Tabu)) and (not eoln(f)) do
     begin
           st:=st+x;
           read (f,x)
     end;
     if (x=' ') or (x=tabu) then begin st:=st+x;
                                       unchar.val:='?';
                                       unchar.full:=false end
                            else begin
                                       unchar.val:=x;
```

```
                                        unchar.full:=true end;
end;
(* Debut de la procedure Gettoken2 ---------------------------------- *)
begin
if unchar.full =false then read (f,x)
                      else x:=unchar.val;
           case x of
           ' '  : Blanc;
           '     '  : Blanc;
                          (* Représentation par l'Editeur Pascal de *)
                          (* la tabulation.                         *)
        'a'..'z': Lettre;
        'A'..'Z','~','#','^': Lettre;
           '('  : cas1;
            '$' : cas1;
            ')' : cas1;
            ':' : begin
                    typexp:=symbol;
                    if eoln(f) then  cas1
                               else begin
                                       st:=st+x;
                                       read (f, x);
                                       if x= '='
                                          then cas1
                                          else begin unchar.val:=x;
                                                     unchar.full:=true
                                               end
                                    end
                  end;
            '[' : cas1;
            ']' : cas1;
        '<', '>' : begin
                    typexp:=symbol;
                    if eoln(f) then inegalite
                               else begin
                                       st:=st+x;
                                       read (f, x);
                                       if (x= '=') or (x='>')
                                          then cas1
                                          else begin unchar.val:=x;
                                                     unchar.full:=true
                                               end
                                    end
                  end;

            '=','+','.',';' : cas1;
            '-','/','*','?',',': cas1;
           ''''  : apostrophe;
         '0'..'9': casnum;
           end
  end;
```

```
(* debut de la procedure GETTOKEN ------------------------------------*)

begin
     st:='';
     if not eof(f)
     then begin
             if eoln(f)
             then begin
                     if unchar.full = true
                     then begin
                             st:=st+unchar.val;
                             case unchar.val of
                             'a'..'z','~','#','^' : typexp:=word;
                             'A'..'Z' : typexp:=word;
                             '0'..'9' : typexp:=int;
                                ' '   : typexp:=space;
                              else typexp:=symbol;
                              end;
                              unchar.val:='?'; unchar.full:=false
                          end
                      else begin
                             st:=chr(10)+chr(8);
                             typexp:=endline;
                             readln(f)
                           end
                  end
             else
                  Gettoken2
          end
      else
           typexp:=endfile
end;

Procedure LEXICA;

var in_while : boolean;
    k:integer;

begin{LEXICA}
line_number := 1;
i := 0;
num_tank := 1000;
INITIALISATION(f,unchar);
repeat
  repeat
      gettoken(f,mot,typexp);
      if typexp = endline then line_number := line_number + 1;
  until (typexp <> space) and (typexp <> endline);
if typexp <> comment then mot := CAPITAL(mot);
if (typexp <> endline) then
   begin
   i := i + 1;
   if (typexp = int) or (typexp = comment) or (typexp = word) then
   begin
```

```
    if typexp = comment then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_STR;
    if typexp = int then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_ENTIER
    else
    if mot = 'WRITE' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_WRITE
    else if mot = 'READ' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_READ
    else if mot = 'FOR' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_FOR
    else if mot = 'DO' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_DO
    else if mot = 'ENDFOR' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_ENDFOR
    else if mot = 'IF' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_IF
    else if mot = 'ENDIF' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_ENDIF
    else if mot = 'THEN' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_THEN
    else if mot = 'WHILE' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_WHILE;
    else if mot = 'ENDWHILE' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_ENDIF
    else if mot = 'ELSE' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_ELSE
    else if mot = 'WRITELN' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=VT_WRITELN
    else ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_ID;
    for k:=0 to length(mot) do TANK.ELEM[num_tank+k]:=mot[k+1];
    new(p);
    p^.kind:=TERM_SYMBOL;
    if typexp = comment then p^.terminal.kind := VT_STR else
    if typexp = int then p^.terminal.kind := VT_ENTIER else
    p^.terminal.kind := VT_ID;
    p^.terminal.line := line_number;
    p^.terminal.limits.lower:=num_tank;
    if length(mot) = 1 then
          p^.terminal.limits.upper := p^.terminal.limits.lower
          else p^.terminal.limits.upper:=num_tank+length(mot)-1;
    p^.frere:=nil;
    p^.fils:=nil;
    new(q);
    q^.kind:=STANDARD;
    q^.kind:=STANDARDB;
    if typexp = comment then q^.terminal.kind := VT_STR else
    if typexp = int then q^.terminal.kind := VT_ENTIER else
    if mot = 'write' then  q^.terminal.kind := VT_WRITE else
    if mot = 'read' then q^.terminal.kind := VT_READ else
    q^.terminal.kind := VT_ID;
    q^.non_terminal:= VT_ID;
    q^.fils:=p;
    q^.frere:=nil;
    num_tank:=num_tank+length(mot);
    p:=q;
    entree.elem[i].ptr_to_tree:=p;
    end
else
    begin
    if mot = '-' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_MOINS else
    if mot = '*' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_MULTIPLIC else
    if mot = '/' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_DIVISION else
    if mot = '+' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_PLUS else
    if mot = ';' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_SEMI_COLON else
    if mot = '.' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_POINT else
    if mot = ',' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_COMMA else
    if mot = '=' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_EQUALITY else
    if mot = '(' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_PARENTHESE_OUVRANTE els
```

```
    if mot = ')' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_PARENTHESE_FERMANTE else
    if mot = ':' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_COLON else
    if mot = '>' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_GREATER_THEN else
    if mot = '<' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_LESS_THEN else
    if mot= ':=' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_ASSIGN else
    if mot= '>=' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_GREATER_OR_EQUAL else
    if mot= '<=' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_LESS_OR_EQUAL else
    if mot= '<>' then ENTREE.ELEM[i].SYMBOL := VT_INEQUALITY else
    if typexp <> endfile then
    writeln('Erreur de syntaxe en ',line_number);
    end;
    entree.elem[i].line:=line_number;
end;
until (typexp = endfile) or ( i >= long_max_pile);
if i >= long_max_pile then continue_compilation := false
else ENTREE.ELEM[i].SYMBOL:=S_ENTREE_SYM;
end;{LEXICA}
```

```
Procedure MESSAGE_ERREUR(message : stlgl; nr_erreur : integer);

{ Cette procédure affiche à l'écran et écrit dans un fichier
  "FICHIER.MSG" le type d'erreur rencontré lors de la compilation.
  "nr_erreur" désigne le numéro de l'erreur et "message" désigne une
  information sur la cause de l'erreur.
}

begin
DETECTER_ERREUR :=true;
write('Erreur de syntaxe dans le programme ',fichier);
writeln(' à la ligne ',line_number);
case nr_erreur of
    1 : writeln('Identifiant inconnu !');
    2 : writeln('Variables de type incompatibles !');
    3 : writeln(message,' est un attribut inconnu !');
    4 : writeln(message,' est un type d''entité inconnu !');
    5 : writeln(message,' est un identifiant inconnu');
    6 : writeln(message,' est un type d''association inconnu !');
    7 : writeln(message,' n''appartient pas au type d''entité évalué !');
    8 : writeln('Le texte est trop long !');
   10 : writeln('Le fichier ',message,' n''appartient à aucune base !');
   11 : writeln(message,'Type d''association incorrecte !');
end;
repeat until keypressed;
end;

Function PILE_PLEINE : boolean;

begin
PILE_PLEINE := (PILE.TOP = long_max_pile);
end;

Function DE_PILE( n : integer) : ROOT_PTR;

{ Cette fonction prend le n-ième élément de la pile }

begin
DE_PILE :=pile.elem[pile.top-n].ptr_to_tree;
end;

Procedure CREER_STANDARD( v : SYMBOLE_GRAMMAIRE; h : PTR;
                          var p : PTR);

{ Cette procédure crée un noeud de l'arbre de traduction
  contenant une forme de phrase
}

begin
new(p);
p^.kind := standard;
p^.non_terminal := v;
p^.frere := nil;
p^.fils := h;
ptr_1 := p;
```

```
end;

Procedure LIEN_DE_FRERE(a, b : PTR);

{ Cette procédure crée un lien de frère }

begin
a^.frere := b;
end;

Procedure REDUIRE_PILE( n : integer; v : SYMBOLE_GRAMMAIRE; node : PTR);

{ Cette procédure se charge d'effectuer la réduction de la pile.
  Elle dépile la pile de n éléments et met le symbole v sur la
  pile.
}

begin
pile.top:=pile.top-n;
pile.elem[pile.top].symbol:=v;
pile.elem[pile.top].ptr_to_tree:=node;
end;

Procedure CREER_SF_NOEUD( s : SF_CONSTANTE;
                          var p : PTR);

{ Cette procédure crée une feuille de l'arbre de traduction.
  Le pointeur p pointe vers le début et la fin du tableau
  qui contient les traductions élémentaires.
}

begin
new(p);
p^.kind := FINAL_STR;
p^.frere := nil;
p^.fils := nil;
p^.str_begin := FS[s].lower;
p^.str_end := FS[s].upper;
end;

Procedure GARNIR_TOPSYM;

{ Cette procédure met à jour le sommet de la pile }

begin
ENTREE.TOP := ENTREE.TOP + 1;
TOPSYM.KIND := ENTREE.ELEM[ENTREE.TOP].SYMBOL;
line_number := ENTREE.ELEM[ENTREE.TOP].LINE;
end;

Procedure SHIFT_TOPSYM;

{ Cette procédure met le contenu du tampon d'entrée "ENTREE" au sommet
  de la pile s'il y a encore assez de place dans celle-ci; sinon,
  l'erreur est notée.
```

```
  Ce nouvel élément de la pile pointe vers un noeud contenant la
  "traduction".
}

begin
if not PILE_PLEINE then
  begin
  PILE.TOP := PILE.TOP + 1;
  PILE.ELEM[PILE.TOP].SYMBOL := TOPSYM.KIND;
  PILE.ELEM[PILE.TOP].PTR_TO_TREE := ENTREE.ELEM[ENTREE.TOP].PTR_TO_TREE;
  end;
end;

Procedure PTR_IN_HEAP( p : PTR; var q : PTR);

var s : PTR;

begin
p:=p^.fils;
new(s);
s^.kind:=TERM_SYMBOL;
s^.terminal.limits.lower:= p^.terminal.limits.lower;
s^.terminal.limits.upper:=p^.terminal.limits.upper;
s^.frere:=nil;
s^.fils:=nil;
new(q);
q^.kind:=STANDARD;
q^.terminal.kind := VT_ID;
q^.non_terminal:= VT_ID;
q^.fils:=p;
q^.frere:=nil;
s:=q;
end;

Procedure MOT_IN_HEAP(mot : stlgl; var q : PTR);

var k : integer;

begin
for k:=0 to length(mot) do TANK.ELEM[num_tank+k]:=mot[k+1];
new(p);
p^.kind:=TERM_SYMBOL;
p^.terminal.limits.lower:=num_tank;
if length(mot) = 1 then
p^.terminal.limits.upper := p^.terminal.limits.lower
else p^.terminal.limits.upper:=num_tank+length(mot)-1;
p^.frere:=nil;
p^.fils:=nil;
new(q);
q^.kind:=STANDARD;
q^.terminal.kind := VT_ID;
q^.non_terminal:= VT_ID;
q^.fils:=p;
q^.frere:=nil;
num_tank:=num_tank+length(mot);
```

```
p:=q;
end;

Procedure PTR_TO_STRING(p : PTR; var mot : stlgl);

{ Cette procédure met un élément mot dans le tank. q
  est le pointeur qui pointe vers cet élément.
}

var i : integer;

begin
mot := '';
p:=p^.fils;
for i:=p^.terminal.limits.lower to p^.terminal.limits.upper do
mot := mot + TANK.ELEM[i];
line_number := p^.terminal.line;
end;

Procedure CHERCHER_REFERENCE(entite1,entite2 : stlgl;
                             var attribut_com : stlgl;
                             var found : boolean);

{ Cette procedure se charge de trouver l'atrribut "attribut_com" du
  type d'entité d'entité cible "entite1" que référence le type d'entité
  origine "entite2". Si la procédure ne trouve pas cet attribut "found"
  est mis à faux.
}

var   ENT : TENTITE;
      ATT : TATTRIBUT;
      PRO : TPROCEDUR;
      SCH : TSCHEMA;
      trouve : boolean;

begin
dbopen('METABASE');
trouve := false;
found := false;
dbfirst(PROCEDUR,PRO);
while dbfound do
      begin
      if PRO.NOM_PROCEDURE = FICHIER then
         begin
         dbfpath(SCH,PRO,-APPARTENANCE);
         while dbfound do
            begin
            dbfpath(ENT,SCH,COLLECTIONNE_E);
            while dbfound and not found do
                  begin
                  if ENT.NOM_ENTITE = entite2 then
                  begin
                  found := true;
                  dbfpath(ATT,ENT,CARACTERISTIQUE);
                  while dbfound and not trouve do
```

```
                        begin
                        if ATT.ID_ATTRIBUT = 'O' then
                           begin
                           trouve:=true;
                           attribut_com := ATT.NOM_ATTRIBUT;
                           end
                        else dbnpath(ATT,ENT,CARACTERISTIQUE);
                        end;
                     end
                     else dbnpath(ENT,SCH,COLLECTIONNE_E);
                     end;
               dbnpath(SCH,PRO,-APPARTENANCE);
               end;
            end
            else dbnext(PROCEDUR,PRO);
         end;
if found and trouve then found := true;
dbclose;
end;

Procedure EXISTE_ENTITE(p : PTR; var mot : stlgl;
                                 var found : boolean);

{ Cette procédure vérifie si le type d'entité "p" existe dans
  la base de données FICHIER. Si ce n'est pas le cas "found" est
  mis à faux.
}

var  ENT : TENTITE;
     PRO : TPROCEDUR;
     SCH : TSCHEMA;

begin
dbopen('METABASE');
found := false;
PTR_TO_STRING(p,mot);
dbfirst(PROCEDUR,PRO);
while dbfound do
      begin
      if PRO.NOM_PROCEDURE = FICHIER then
         begin
         dbfpath(SCH,PRO,-APPARTENANCE);
         while dbfound do
            begin
            dbfpath(ENT,SCH,COLLECTIONNE_E);
            while dbfound and not found do
                  begin
                  if ENT.NOM_ENTITE = mot then found := true
                  else dbnpath(ENT,SCH,COLLECTIONNE_E);
                  end;
            dbnpath(SCH,PRO,-APPARTENANCE);
            end;
         end
      else dbnext(PROCEDUR,PRO);
      end;
```

```
dbclose;
end;

Procedure EXISTE_ASSOCIATION(p : PTR; var origine : stlgl;
                                      var cible : stlgl;
                                      var found : boolean);

{ Cette procédure vérifie si le type d'association "p" existe dans
  la base de données FICHIER. Si ce n'est pas le cas "found" est mis
  à faux. "origine" et "cible" sont respectivement l'entité origine et
  cible du type d'association.
}

var ASS : TASSOCIATION;
    ROL : TROLE;
    PRO : TPROCEDUR;
    SCH : TSCHEMA;
    trouve : boolean;

begin
dbopen('METABASE');
found := false;
trouve := false;
PTR_TO_STRING(p,mot);
dbfirst(PROCEDUR,PRO);
while dbfound and not trouve do
      begin
      if PRO.NOM_PROCEDURE = FICHIER then
         begin
         dbfpath(SCH,PRO,-APPARTENANCE);
         while dbfound do
            begin
            dbfpath(ass,sch,collectionne_a);
            while dbfound do
                  begin
                  if ASS.NOM_ASSOCIATION = mot then
                     begin
                     found := true;
                     dbfpath(ROL,ASS,LIEN);
                     while dbfound do
                           begin
                           origine := ROL.ORIGINE_ROLE;
                           cible := ROL.CIBLE_ROLE;
                           dbnpath(ROL,ASS,LIEN);
                           end;
                     end;
                  dbnpath(ass,sch,collectionne_a);
                  end;
            dbnpath(SCH,PRO,APPARTENANCE);
            end
         end;
      dbnext(PROCEDUR,PRO);
      end;
dbclose;
end;
```

```
Procedure ATTRIBUT_APPART_ENTITE(entite1, nom_attribut : str;
                                 var found : boolean);

{ Cette procédure vérifie si l'attribut "nom_attribut" appartient
  au type d'entité "entite1". Si ce n'est pas le cas "found" est mis
  à faux.
}

var ENT : TENTITE;
    ATT : TATTRIBUT;
    PRO : TPROCEDUR;
    SCH : TSCHEMA;
    etrouve, atrouve : boolean;

begin
dbopen('METABASE');
found:=false;
etrouve:=false;
atrouve:=false;
dbfirst(PROCEDUR,PRO);
while dbfound do
      begin
      if PRO.NOM_PROCEDURE = FICHIER then
         begin
         dbfpath(SCH,PRO,-APPARTENANCE);
         while dbfound do
            begin
            dbfpath(ENT,SCH,COLLECTIONNE_E);
            while dbfound and not etrouve do
                  begin
                  if ENT.NOM_ENTITE = entite1 then
                  begin
                  dbfpath(ATT,ENT,CARACTERISTIQUE);
                  while dbfound and not atrouve do
                        begin
                        if ATT.NOM_ATTRIBUT = nom_attribut
                        then atrouve:=true
                        else dbnpath(ATT,ENT,CARACTERISTIQUE);
                  end;
                  etrouve := true;
                  end
                  else dbnpath(ENT,SCH,COLLECTIONNE_E);
                  end;
            dbnpath(SCH,PRO,-APPARTENANCE);
            end;
         end
      else dbnext(PROCEDUR,PRO);
      end;
if etrouve and atrouve then found := true;
dbclose;
end;

Procedure EXISTE_ATTRIBUT(nom_attribut : stlgl;
                          var entite1 : stlgl;
```

```
                                var found : boolean);

{ Cette procédure vérifie si "nom_attribut" est un attribut de la
  base de données FICHIER. Si ce n'est pas le cas "found" est mis
  à faux. "entite1" est le type d'entité associé à cet attribut.
}

var ATT : TATTRIBUT;
    ENT : TENTITE;
    trouve : boolean;
    type_attribut : char;

begin
dbopen('METABASE');
found := false;
trouve := false;
dbfirst(ATTRIBUT,ATT);
while dbfound and not found do
      begin
      if ATT.NOM_ATTRIBUT = nom_attribut then
           begin
           found := true;
           dbfpath(ENT,ATT,-CARACTERISTIQUE);
           case upcase(ATT.TYPE_ATTRIBUT) of
               'S' : typ1 := 'str';
               'I' : typ1 := 'ent';
           end;
           while dbfound and not trouve do
                  begin
                  entite1 := ENT.NOM_ENTITE;
                  trouve := true;
                  dbnpath(ENT,ATT,-CARACTERISTIQUE);
                  end
           end
      else dbnext(ATTRIBUT,ATT);
      end;
if found and trouve then found := true;
dbclose;
end;

Procedure TROUVER_VARIA(nom : stlgl; var i : integer;
                                     var found : boolean);

{ Cette procédure cherche la variable nom dans la table de
  travail. Si cet élément n'appartient pas à cette table
  found est mis à faux. i est le numéro de l'élément dans
  la table.
}

var mot : stlgl;

begin
found := false;
i := 1;
while (found = false) and (i <= num_table) do
```

```
if table[i].name = nom then found := true else i := i + 1;
end;

Procedure DEPOSER_DS_TABLE(entite1 : str;
                           mot : str);

{ Cette procédure met le type d'entite entite1 et son surnom
  dans la table de travail.
}

var num : integer;
    trouve : boolean;

begin
TROUVER_VARIA(entite1,num,trouve);
if trouve = false then
   begin
   num_table:=num_table + 1;
   table[num_table].name:=entite1;
   table[num_table].typ:=mot;
   end
else MESSAGE_ERREUR('',20);
end;

Procedure DEPOSER_TABLE(nom : str;
                        mot : str);

{ Cette procédure met la variable et son type dans la table de travail.}

begin
num_table:=num_table + 1;
table[num_table].name:=nom;
table[num_table].typ:=mot;
end;

Procedure TROUVER_DS_TABLE2(mot : str; var i : integer;
                                       var found : boolean);

{ Cette procédure cherche l'élément mot dans la table de
  travail. Si cet élément n'appartient pas à cette table
  found est mis à faux. i est le numéro de l'élément dans
  la table.
}

begin
found := false;
i := 1;
while (found = false) and (i <= num_table) do
if table[i].typ = mot then found := true else i := i + 1;
end;

Procedure SET_TO_TRUE(nom : str);

var i : integer;
    find : boolean;
```

```
begin
TROUVER_DS_TABLE2(nom,i,find);
table[i].bit := true;
end;

Procedure ACCES_PAR_ASSOCIATION(p ,q, s, r: PTR;
                                var attribut_com : stlgl;
                                var found, typ : boolean);

var founda, found_common, foundc, find : boolean;
    t, num : integer;
    mot, mot1, mot2, nom : stlgl;
    origine, cible : stlgl;

Procedure RELATION_DS_TABLE(mot, nom : stlgl; var found : boolean);

begin
TROUVER_DS_TABLE2(mot,num,find);
if find = false then
      begin
      table[num].bit := true;
      DEPOSER_DS_TABLE(mot1,mot);
      found := true;
      end
 else begin
      if table[num].name = mot1
      then begin
           found := true;
           table[num].bit := true;
           end
      else found := false;
      end;
if found <> false then
      begin
      TROUVER_DS_TABLE2(nom,num,find);
      if find = false then
            begin
            DEPOSER_DS_TABLE(mot2,nom);
            found := true;
            end
       else begin
            if table[num].name = mot2
            then found := true
            else found := false;
            end;
       end;
end;

begin
typ := true;
founda := false;
foundc := false;
found_common := false;
PTR_TO_STRING(p,mot);
```

```
EXISTE_ASSOCIATION(p,origine,cible,founda);
if founda = true then
begin
PTR_TO_STRING(q,mot);
PTR_TO_STRING(r,mot1);
PTR_TO_STRING(s,mot2);
CHERCHER_REFERENCE(cible,origine,attribut_com,found_common);
if found_common = true then
   begin
   if (origine = mot) and (mot2 <> cible) then
      begin
      typ := false;
      RELATION_DS_TABLE(mot,cible,found);
      end;
   if (cible = mot) and (mot2 <> origine) then
      begin
      typ := true;
      RELATION_DS_TABLE(mot,origine,found);
      end
   end
   else MESSAGE_ERREUR('',11);
end
else MESSAGE_ERREUR(mot,6); ;
end;

Procedure ACCES_PAR_CLE(p ,q, s, r: PTR; var entite1 : stlgl;
                                         var found : boolean);

var find, exist, founda : boolean;
    i, num : integer;
    nom, nom1, nom2, nom_entite : stlgl;

begin
founda := false;
PTR_TO_STRING(p,nom2);
PTR_TO_STRING(r,nom1);
PTR_TO_STRING(q,nom);
TROUVER_DS_TABLE2(nom,num,find);
if find = false then
   begin
   EXISTE_ENTITE(q,nom,exist);
   if exist = true then
      begin
      DEPOSER_DS_TABLE(nom1,nom);
      SET_TO_TRUE(nom);
      found := true;
      end
      else
      begin
      found := false;
      MESSAGE_ERREUR(nom,4)
      end;
   end
   else begin
        table[num].bit := true;
```

```
        if table[num].name = nom1
        then found := true
        else begin
             found := false;
             MESSAGE_ERREUR(nom2,7)
             end;
        end;
if found = true then
   begin
   EXISTE_ATTRIBUT(nom2,nom_entite,founda);
   if founda = false then
         begin
         found := false;
         MESSAGE_ERREUR(nom2,7)
         end
      else
         begin
         if nom_entite <> nom then MESSAGE_ERREUR(nom2,7) else
         found := true;
         end
   end;
end;

Procedure ACCES_SEQUENTIEL(p, q : PTR; var found : boolean);

var i, j, num : integer;
    nom1, nom2 : stlgl;
    exist, find : boolean;

begin
i:=1;
j:=1;
exist := false;
find:=false;
PTR_TO_STRING(p,nom2);
PTR_TO_STRING(q,nom1);
TROUVER_DS_TABLE2(nom1,num,find);
if find = false then
   begin
   EXISTE_ENTITE(q,nom1,exist);
   if exist = true then
      begin
      found := true;
      DEPOSER_DS_TABLE(nom2,nom1);
      SET_TO_TRUE(nom2);
      table[num].bit := true;
      end
    else found := false;
   end
else
begin
if (table[num].typ = nom1) and (table[num].name = nom2)
then
    begin
    found := true;
```

```
    table[num].bit := true;
    end
    else found:=false;
end;
end;

Procedure verifier_arbre;

{ Cette procédure vérifie si dans l'arbre avec racine "p"
  il n'y pas d'éléments de types incompatibles, ou inconnus.
  Si c'est le cas un message d'erreur est notée. Le type "typ1"
  désigne le type de l'expression.
}

var ent, entite, entite2, nom : stlgl;
    find : boolean;

procedure verifier(p:PTR);

var i : integer;

begin
if ( p <> nil ) then
     begin
     verifier(p^.fils);
     case p^.kind of
     FINAL_STR,TERM_SYMBOL,STANDARDB:
         begin
         case ord(p^.terminal.kind) of
             22 : begin
                  if typ1='' then typ1:='str'
                  else begin
                       if typ1 <> 'str' then MESSAGE_ERREUR(typ1,2)
                                        else typ1:='str';
                       end;
                  end;
             50 : begin
                  if entite2<>'' then MESSAGE_ERREUR(entite2,2)
                  else
                  begin
                  if typ1='' then typ1:='ent'
                  else begin
                       if typ1 <> 'ent' then MESSAGE_ERREUR(typ1,2)
                                        else typ1:='ent';
                       end;
                  end;
                  end;
             21 : begin
                  ent:='';
                  for i:=p^.terminal.limits.lower to
                      p^.terminal.limits.upper
                  do ent := ent + tank.elem[i];
                  TROUVER_VARIA(ent,i,found);
                  if found = false then
                     begin
```

```
                    if entite2='' then
                         begin
                         entite2:=ent;
                         end
                         else
                         begin
                             EXISTE_ATTRIBUT(ent,nom,find);
                             if find = false
                             then MESSAGE_ERREUR(ent,3)
                             else
                                  begin
                                  TROUVER_DS_TABLE2(nom,i,find);
                                  if find=true then
                                  begin
                                  if table[i].name<>entite2 then
                                     MESSAGE_ERREUR(ent,2)
                                  end
                                  else
                                  begin
                                  DEPOSER_TABLE(entite2,nom);
                                  entite2:='';
                                  end
                                  end;
                         end;
                    end
                  else begin
                   if (table[i].typ <> 'str') and (table[i].typ <> 'ent')
                   then begin
                         entite2:=ent;
                         entite:=table[i].typ;
                        end
                        else
                    begin
                     if typ1 = '' then typ1:=table[i].typ else
                     if typ1<> table[i].typ then MESSAGE_ERREUR(typ1,2);
                    end;
                      end;
                  end;
          end;
          end;
      end;
      verifier(p^.frere);
      end;
end;

begin
nom:='';
entite2:='';
typ1:='';
verifier(p);
end;

Procedure HEAD_SEQ(p : PTR;var q,s :PTR);

{ Cette procédure construit un arbre qui correspond à une
```

```
  partie de la traduction de la boucle énumérative, accès
  séquentiel.( select <var_entite>
               goto top
               do while .not. eof()
              )
}

var   ptr_s3, ptr_s4,
      ptr_s0, ptr_s1, ptr_s2 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_SELECT,s);
CREER_SF_NOEUD(SF_GOTOTOP,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_DO,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,q);
LIEN_DE_FRERE(s,p);
LIEN_DE_FRERE(p,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,q);
end;

Procedure HEAD_SEQ_SEC(s,p : PTR;var q : PTR);

var   ptr_s3, ptr_s4,
      ptr_s0, ptr_s1, ptr_s2 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_GOTOTOP,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_DO,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s4);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,q);
LIEN_DE_FRERE(s,p);
LIEN_DE_FRERE(p,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_s4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s4,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,q);
end;

Procedure IN_IF(s,p : PTR; var q : PTR);

{ Cette procédure construit un arbre qui correspond à
  if eof()
     exit
  endif
  X <var_entite> = recno()
}

var ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3,
    ptr_s7, ptr_s8, ptr_s9 : PTR;

begin
```

```
CREER_SF_NOEUD(SF_IF,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_EOF,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_EXIT,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENDIF,ptr_s8);
CREER_SF_NOEUD(SF_X,ptr_s7);
CREER_SF_NOEUD(SF_RECNO,q);
LIEN_DE_FRERE(p,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,ptr_s8);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s8,ptr_s7);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s7,s);
LIEN_DE_FRERE(s,q);
end;

Procedure IN_END(p,q,s : PTR);

{ Cette procédure construit un arbre qui correspond à
  select <var_entite>
  goto X <var_entite> + 1
  enddo
}

var ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3,
    ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6, ptr_s7, ptr_s8, ptr_s9, ptr_s10 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_GOTO,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_END,ptr_s5);
CREER_SF_NOEUD(SF_SELECT,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_INC,ptr_s4);
CREER_SF_NOEUD(SF_X,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s6);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s7);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s8);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s10);
LIEN_DE_FRERE(s,ptr_s10);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s10,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,p);
LIEN_DE_FRERE(p,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s6,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,q);
LIEN_DE_FRERE(q,ptr_s4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s4,ptr_s7);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s7,ptr_s5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,ptr_s8);
end;

Procedure IN_END_SEC(p,q,s : PTR; var r : PTR);

var ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3,
    ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6, ptr_s7, ptr_s8, ptr_s9 : PTR;

begin
```

```
CREER_SF_NOEUD(SF_GOTO,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_END,ptr_s5);
CREER_SF_NOEUD(SF_SELECT,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_INC,ptr_s4);
CREER_SF_NOEUD(SF_X,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s6);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s7);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s8);
LIEN_DE_FRERE(s,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,p);
LIEN_DE_FRERE(p,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s6,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,q);
LIEN_DE_FRERE(q,ptr_s4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s4,ptr_s7);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s7,ptr_s5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,r);
end;

Procedure CONDITION_ASSOCIATION(q, r : PTR; var s : PTR;
                                var entite1 : stlgl);

var nr, nr1, cas : integer;
    find : boolean;
    nom_entite, nom_association, nom_var,nom_varb, nom,
    nom_commun : stlgl;
    mot : stlgl;

begin
EXISTE_ASSOCIATION(r,origine,cible,found);
PTR_TO_STRING(r,nom_association);
if found = true then
begin
CHERCHER_REFERENCE(cible,origine,nom_commun,found);
if found = true then
begin
PTR_TO_STRING(q,nom_var);
PTR_TO_STRING(s,nom_varb);
if ((nom_var = origine) and (nom_varb = cible))
then cas := 1;
if ((nom_varb = origine) and (nom_var = cible))
then cas := 2;
if ((nom_var = origine) and (nom_varb <> cible))
then cas := 3;
if ((nom_varb <> origine) and (nom_var = cible))
then cas := 4;
if ((nom_var <> origine) and (nom_varb = cible))
then cas := 5;
if ((nom_varb = origine) and (nom_var <> cible))
then cas := 6;
     case cas of
       1, 2 : begin
              entite1 := nom_commun;
              TROUVER_DS_TABLE2(nom_var,i,find);
```

```
        mot:=nom_var;
        delete(nom_var,4,length(nom_var));
        if find = false then
                begin
                DEPOSER_DS_TABLE(nom_var,mot);
                SET_TO_TRUE(mot);
                end;
        MOT_IN_HEAP(nom_var,s);
        TROUVER_DS_TABLE2(nom_varb,i,find);
        mot:=nom_varb;
        delete(nom_varb,4,length(nom_varb));
        TAMP := nom_varb;
        if find = false then
                begin
                DEPOSER_DS_TABLE(nom_varb,mot);
                SET_TO_TRUE(mot);
                end;
        end;
3, 4 : begin
        entite1 := nom_commun;
        TROUVER_DS_TABLE2(nom_var,i,find);
        mot:=nom_var;
        delete(nom_var,4,length(nom_var));
        TAMP := nom_var;
        if find = false then
                begin
                DEPOSER_DS_TABLE(nom_var,mot);
                SET_TO_TRUE(mot);
                end;
        if cas = 3 then nom_var := cible else
        nom_var := origine;
        TROUVER_DS_TABLE2(nom_var,i,find);
        if find = false then
                begin
                DEPOSER_DS_TABLE(nom_varb,nom_var);
                SET_TO_TRUE(nom_var);
                end;

        end;
5, 6 : begin
        entite1 := nom_commun;
        MOT_IN_HEAP(nom_var,s);
        TROUVER_DS_TABLE2(nom_varb,i,find);
        mot:=nom_varb;
        delete(nom_varb,4,length(nom_varb));
        TAMP := nom_varb;
        if find = false then
                begin
                DEPOSER_DS_TABLE(nom_varb,mot);
                SET_TO_TRUE(mot);
                end;
        if cas = 6 then nom_varb := cible else
        nom_varb := origine;
        TROUVER_DS_TABLE2(nom_varb,i,find);
        if find = false then
```

```
                        begin
                        DEPOSER_DS_TABLE(nom_var,nom_varb);
                        SET_TO_TRUE(nom_varb);
                        end;
                end
        else MESSAGE_ERREUR('',20);
        end;
end
else MESSAGE_ERREUR(nom_association,6);
tamp2:=tamp;
end
else MESSAGE_ERREUR(nom_association,6);
end;

Procedure TROUVER_REGLE_A_REDUIRE( var trouve : boolean;
                                   var nr_regle: integer);

{ Cette procédure cherche la règle à réduire. nr_règle
  est le numéro de la règle dans le tableaux GRAMMAIRE. trouve
  est mis à faux si cette procédure ne trouve pas de règle. }

var s,t, BORNE_INF, BORNE_SUP : integer;
    arret : boolean;
    i : integer;

begin
i:=1;
s:=PILE.TOP;
t:=long_max_prod;
trouve := false;
while (i<=nb_production) do
    begin
    if (GRAMMAIRE[i].PART_DROITE[t] = PILE.ELEM[s].SYMBOL) then
          begin
          BORNE_INF := i;
          i:=i+1;
          while (GRAMMAIRE[i].PART_DROITE[t] = PILE.ELEM[s].SYMBOL) do
          i:=i+1;
          BORNE_SUP := i;
          end
    else
    i := i + 1;
    end;
    BORNE_SUP := BORNE_SUP - 1;
    nr_regle := BORNE_INF;
    while (nr_regle <= BORNE_SUP) and (not trouve) do
          begin
          arret := false;
          t:=long_max_prod;
          s:=PILE.TOP;
          while not arret do
                begin
                if not arret then
                    begin
                    t:=t - 1;
```

```
                    s:=s - 1;
                    end;
                if  (GRAMMAIRE[nr_regle].PART_DROITE[t] <>
                     PILE.ELEM[s].SYMBOL)
                then arret := true;
                if (GRAMMAIRE[nr_regle].PART_DROITE[t] = VS_NULL) then
                 begin
                 trouve := true;
                 arret := true;
                 PILE.ELEM[s+1].SYMBOL:=GRAMMAIRE[nr_regle].PART_GAUCHE;
                 end;
                end;
            if not trouve then nr_regle := nr_regle + 1;
            end;
end;
```

```
{*****************************************************************}
{*                      Le module CONSTRUCTEUR                   *}
{*                                                               *}
{* La fonction de ce module est de construire la table d'analyse, la   *}
{* table contenant toutes les règles de production et la table con-    *}
{* tenant les rubans de traduction.                              *}
{*****************************************************************}

Procedure CONSTRUC;

{ Cette procédure construit la table d'analyse.
}

Procedure Build_SRE;

type work_array = array[1..2,1..long_max_pile] of integer;
     type_sre = char;

var shift_table : work_array;
    end_mark_shift : integer;
    reduce_table : work_array;
    end_mark_reduce : integer;
    SRE_TABLE : array[1..100,1..100] of type_sre;

(*****************************************************************)

Procedure RULE_EXAM(line : integer; var init_pos : integer;
                                    var end_pos : integer);

begin
  end_pos := long_max_prod;
  init_pos := end_pos;
  while grammaire[line].part_droite[init_pos] <> VS_NULL do
    init_pos := init_pos - 1;
  init_pos := init_pos + 1
end;

(*****************************************************************)

Function NOT_IN_TABLE(table : work_array; X : integer; Y : integer;
 last_column : integer) : boolean;

var i : integer;
    in_table : boolean;

begin
  in_table := false;
  i := 1;
  while (in_table = false) and (i <= last_column) do
    begin
      if table[1,i] = X
      then
         if table[2,i] = Y
         then
           in_table := true;
```

```
      i := i + 1;
    end;
  not_in_table := not(in_table);
end;

(*************************************************************************)

Procedure Search_Shift;

var last_column : integer;
    line : integer;
    init_pos : integer;
    end_pos : integer;
    X : integer;
    Y : integer;
    L0 : integer;
    current_mark : integer;
    i : integer;

begin

  (* dollar shift < variable distinguée > *)

  shift_table [1,1] := ord(S_ENTREE_SYM);
  shift_table [2,1] := ord(VS_SEQUENCE);
  last_column := 1;

  (* Si Y ::= L0 ... Ln-1 alors L0 shift L1 .. *)

  for line := 1 to nb_production do
    begin
      RULE_EXAM(line,init_pos,end_pos);
      while init_pos < end_pos do
        begin
          X := ord(grammaire[line].part_droite[init_pos]);
          Y := ord(grammaire[line].part_droite[init_pos + 1]);
          if not_in_table (shift_table,X,Y,last_column)
          then
            begin
              last_column := last_column + 1;
              shift_table[1,last_column] := X;
              shift_table[2,last_column] := Y;
            end;
          init_pos := init_pos + 1;
        end;
    end;

  (* Si X shift Y et Y ::= L0 .. LN alors X shift L0 *)

  current_mark := 1;
  while current_mark <> last_column do
    begin
      Y := shift_table[2,current_mark];
      for line := 1 to nb_production do
        begin
```

```
            if ord(grammaire[line].part_gauche) = Y
            then
              begin
                RULE_EXAM(line,init_pos,end_pos);
                X := shift_table[1,current_mark];
                L0 := ord(grammaire[line].part_droite[init_pos]);
                if NOT_IN_TABLE(shift_table,X,L0,last_column)
                then
                  begin
                    last_column := last_column + 1;
                    shift_table[1,last_column] := X;
                    shift_table[2,last_column] := L0 ;
                  end
              end;
          end;
        current_mark := current_mark + 1;
      end;

    (* table finale des shift *)
    (* On ne garde que les couples qui ont des symboles terminaux en
       deuxième position *)

    end_mark_shift := 0;
    for i := 1 to last_column do
    begin
      if (shift_table[2,i] >= ord(VT_WRITE)) and
         (shift_table[2,i] <= ord(S_ENTREE_SYM))
      then
        begin
          end_mark_shift := end_mark_shift + 1;
          shift_table[1,end_mark_shift] := shift_table[1,i];
          shift_table[2,end_mark_shift] := shift_table[2,i];
        end;
    end;
  end;

(*****************************************************************)

Procedure Search_Reduce;

var last_column : integer;
    line : integer;
    init_pos : integer;
    end_pos : integer;
    X : integer;
    Y : integer;
    L0 : integer;
    Ln : integer;
    current_mark : integer;
    i : integer;

begin

  (* < variable distinguée > reduce dollar *)
```

```
reduce_table[1,1] := ord(VS_SEQUENCE);
reduce_table[2,1] := ord(S_ENTREE_SYM);
last_column := 1;

(* si X shift Y et X := L0 ... Ln alors Ln reduce Y *)

for i := 1 to end_mark_shift do
begin
  X := shift_table[1,i];
  Y := shift_table[2,i];
  for line := 1 to nb_production do
    begin
      if ord(grammaire[line].part_gauche) = X
      then
        begin
          Ln := ord(grammaire[line].part_droite[long_max_prod]);
          if NOT_IN_TABLE(reduce_table,Ln,Y,last_column)
          then
            begin
              last_column := last_column + 1;
              reduce_table[1,last_column] := Ln;
              reduce_table[2,last_column] := Y;
            end;
        end;
    end;
end;

(* Si X reduce Y et Y ::= L0 ... Ln alors X reduce L0 *)
(* Si X reduce Y et X ::= L0 ... Ln alors Ln reduce Y *)

current_mark := 1;
while current_mark <> last_column do
  begin
    X := reduce_table[1,current_mark];
    Y := reduce_table[2,current_mark];
    for line := 1 to nb_production do
      begin
        if ord(grammaire[line].part_gauche) = Y
        then
          begin
            RULE_EXAM(line,init_pos,end_pos);
            L0 := ord(grammaire[line].part_droite[init_pos]);
            if NOT_IN_TABLE(reduce_table,X,L0,last_column)
            then
              begin
                last_column := last_column + 1;
                reduce_table[1,last_column] := X;
                reduce_table[2,last_column] := L0;
              end;
          end
        else
          begin
            if ord(grammaire[line].part_gauche) = X
            then
              begin
```

```
                    Ln := ord(grammaire[line].part_droite[long_max_prod]);
                    if NOT_IN_TABLE(reduce_table,Ln,Y,last_column)
                    then
                      begin
                        last_column := last_column + 1;
                        reduce_table[1,last_column] := Ln;
                        reduce_table[2,last_column] := Y;
                      end;
                  end
              end
          end;
        current_mark := current_mark + 1;
      end;

    (* table finale des reduce *)
    (* on ne garde que les couples quie ont des symboles terminaux en
       deuxième position *)

    end_mark_reduce := 0;
    for i := 1 to last_column do
      begin
        if (reduce_table[2,i] >= ord(VT_WRITE)) and
           (reduce_table[2,i] <= ord(S_ENTREE_SYM))
        then
          begin
            end_mark_reduce := end_mark_reduce + 1;
            reduce_table [1,end_mark_reduce] := reduce_table[1,i];
            reduce_table [2,end_mark_reduce] := reduce_table[2,i];
          end;
      end;
  end;

(*************************************************************************)

Procedure SAVE_in_FILE;

var i, j : integer;
    f : text;

begin
  assign(f,'SRTFILE.DTA');
  rewrite(f);
  for i := ord(VS_INSTRUCTION) to ord(S_ENTREE_SYM) do
    begin
      for j := ord(VT_WRITE) to ord(S_ENTREE_SYM) do
        begin
          write(f,SRE_TABLE[i,j]);
        end;
      writeln(f);
    end;
  close(f);
end;

(*************************************************************************)
```

```
Procedure CREATE_SRE_TABLE;

var i,j : integer;

begin
  for i:= ord(VS_INSTRUCTION) to ord(S_ENTREE_SYM) do
    for j:=ord(VT_WRITE) to ord(S_ENTREE_SYM) do
      SRE_TABLE[i,j] := 'E';

  (* mettre les shift *)

  for i := 1 to end_mark_shift do
    SRE_TABLE[shift_table[1,i],shift_table[2,i]] := 'S';

  (* mettre les reduce *)

  for i := 1 to end_mark_reduce do
    SRE_TABLE[reduce_table[1,i],reduce_table[2,i]] := 'R';
end;

(*=====================================================================*)

begin
  search_shift;
  Search_reduce;
  Create_SRE_table;
  SAVE_in_FILE;
end;

Procedure BUILD_PRODUCTION;

{ Cette procédure lit le fichier GRAMFILE contenant la grammaire et la
  met dans le tableau GRAMMAIRE.
}

var prod : stlgl;
    t : SYMBOLE_GRAMMAIRE;
    p, ok : integer;
    j, i  : integer;

begin
for j:=1 to NB_PRODUCTION do
begin
     repeat
     gettoken(GRAMFILE,PROD,typexp);
     until (typexp <> space) and (typexp <> endline);
t:=VS_NULL;
val(prod,p,ok);
while ord(t) <> p do
      begin
      t:=succ(t);
      end;
if ord(t) = p then
      begin
      GRAMMAIRE[j].NUMERO_PROD := j;
```

```
      GRAMMAIRE[j].PART_GAUCHE:=t;
      for i:=0 to long_max_prod do
      begin
      repeat
       gettoken(GRAMFILE,PROD,typexp);
      until (typexp <> space) and (typexp <> endline);
      t:=VS_NULL;
      val(prod,p,ok);
      while ord(t) <> p do
         begin
         t:=succ(t);
         end;
      if ord(t) = p then
      GRAMMAIRE[j].PART_DROITE[i]:=t;
      end;
      end;
end;
end;

Procedure BUILD_FS;

{ Cette procédure lit le fichier FSFILE contenant les rubans de
  traduction et les met dans le tableau FS.
}

var t : SF_CONSTANTE;
    n : integer;
    inp : stlgl;
    k : integer;

begin
k:=1;
n:=1;
t:=SF_PLUS;
repeat
mot := '';
inp := '';
  repeat
    repeat
      gettoken(FSFILE,inp,typexp);
      if inp = 'not' then inp:='.'+inp+'.';
      if (inp <> '$') and (typexp <> endline) then mot:=mot + inp;
      if typexp = endfile then exit;
    until (typexp = endline) or ( inp = '$');
  until typexp <> endline;
if (typexp <> endfile) or (typexp <> endline) then
   begin
   FS[t].lower:=n;
   if length(mot) = 1 then  FS[t].upper:=FS[t].lower else
   FS[t].upper:=n + length(mot)-1;
   for k:= 1 to length(mot) do TANK.ELEM[n+k-1]:=mot[k];
   n := n + length(mot);
   t := succ(t);
   end;
until t = SF_NULL;
```

```
end;

Procedure LECT_SRE;

{ Cette procédure lit le fichier SRTFILE contenant la table d'analyse
  et la met dans le tableau SRT.
}

var ch : char;
i,j : integer;
    s : gram_ter_sym;
    t : SYMBOLE_GRAMMAIRE;

begin {BUILD_SRE}
ASSIGN(SRTFILE,'SRTFILE.DTA');
{$i-}reset(SRTFILE){$i+};
if ioresult <> 0 then writeln('Unknown SRE filename!');
t:=VS_INSTRUCTION;
while not eof(SRTFILE) do
begin
     s:=VT_WRITE;
     while not eoln(SRTFILE) do
           begin
           read(SRTFILE,ch);
           if ch = 'E' then SRT[t,s]:=ERRORACT;
           if ch = 'S' then SRT[t,s]:=SHIFTACT;
           if ch = 'R' then SRT[t,s]:=REDUCEACT;
           s:=succ(s);
           end;
     readln(SRTFILE);
t:=succ(t);
end;
close(SRTFILE);
end;

begin {corps du programme}
BUILD_PRODUCTION;
BUILD_FS;
BUILD_SRE;
LECT_SRE;
end;
```

```
{*************************************************************************}
{*                      Le module TRADUCTEUR                             *}
{*                                                                       *}
{*  La fonction de ce module est de réaliser l'analyse syntaxique        *}
{*  et de construire l'arbre de traduction.                              *}
{*************************************************************************}

Procedure ROUT_SEM_6;

var ptr_r0,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r0 := de_pile(0);
p:=ptr_r0;
ptr_r0:=p^.fils;
CREER_STANDARD(VS_INSTRUCTION,ptr_r0,ptr_l);
REDUIRE_PILE(0,VS_INSTRUCTION,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_7;

var ptr_r1, ptr_r2,
    ptr_s0, ptr_s1,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r2 := de_pile(2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r2,ptr_r1);
CREER_STANDARD(VS_SEQUENCE,ptr_r2,ptr_l);
REDUIRE_PILE(2,VS_SEQUENCE,ptr_l);
p:=ptr_l;
end;

Procedure ROUT_SEM_8;

var ptr_r1,
    ptr_s0, ptr_s1,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
p:=ptr_r1;
ptr_r1:=p^.fils;
CREER_STANDARD(VS_SEQUENCE,ptr_r1,ptr_l);
REDUIRE_PILE(1,VS_SEQUENCE,ptr_l);
p:=ptr_l;
end;

Procedure ROUT_SEM_9;

var ptr_r1,
    ptr_r2,
    ptr_l : PTR;
```

```
begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r2 := de_pile(2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r2,ptr_r1);
CREER_STANDARD(VS_SEQ,ptr_r2,ptr_l);
REDUIRE_PILE(2,VS_SEQ,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_10;

var ptr_r1,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
p:=ptr_r1;
ptr_r1:=p^.fils;
CREER_STANDARD(VS_SEQ,ptr_r1,ptr_l);
REDUIRE_PILE(1,VS_SEQ,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_11;

var ptr_r0, ptr_r2,
    ptr_s0, ptr_s1,
    ptr_l : PTR;
    found : boolean;
    i : integer;
    entite1 : stlgl;

begin
ptr_r0 := de_pile(0);
ptr_r2 := de_pile(2);
CREER_SF_NOEUD(SF_ASSIGN,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r2,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r0,ptr_s1);
p:=ptr_r0;
verifier_arbre;
PTR_TO_STRING(ptr_r2,entite1);
TROUVER_VARIA(entite1,i,found);
if found = false then DEPOSER_TABLE(entite1,typ1)
else if table[i].typ <> typ1 then MESSAGE_ERREUR(typ1,2);
CREER_STANDARD(VS_ASSIGNMENT,ptr_r2,ptr_l);
REDUIRE_PILE(2,VS_ASSIGNMENT,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_12;

var ptr_r0, ptr_r1, ptr_r2,
    ptr_s0, ptr_s1,
    ptr_l : PTR;
```

```
begin
ptr_r0 := de_pile(0);
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r2 := de_pile(2);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r2,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_r0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r0,ptr_s1);
p:=ptr_r2;
verifier_arbre;
CREER_STANDARD(VS_CONDITION,ptr_r2,ptr_1);
REDUIRE_PILE(2,VS_CONDITION,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_13;

var ptr_s0, ptr_1 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_ASSIGN,ptr_s0);
CREER_STANDARD(VT_REL_OP,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(0,VT_REL_OP,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_14;

var ptr_s0, ptr_1 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_INEQUALITY,ptr_s0);
CREER_STANDARD(VT_REL_OP,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(0,VT_REL_OP,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_15;

var ptr_s0, ptr_1 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_LESS_THEN,ptr_s0);
CREER_STANDARD(VT_REL_OP,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(0,VT_REL_OP,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_16;

var ptr_s0, ptr_1 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_GREATER_THEN,ptr_s0);
CREER_STANDARD(VT_REL_OP,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(0,VT_REL_OP,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_17;
```

```
var ptr_s0, ptr_1 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_LESS_OR_EQUAL,ptr_s0);
CREER_STANDARD(VT_REL_OP,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(0,VT_REL_OP,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_18;

var ptr_s0, ptr_1 : PTR;

begin
CREER_SF_NOEUD(SF_GREATER_OR_EQUAL,ptr_s0);
CREER_STANDARD(VT_REL_OP,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(0,VT_REL_OP,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_19;

var ptr_r0, ptr_r2,
    ptr_s0,
    ptr_1 : PTR;

begin
ptr_r0 := de_pile(0);
ptr_r2 := de_pile(2);
CREER_SF_NOEUD(SF_PLUS,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r2,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r0);
CREER_STANDARD(VS_EXPR,ptr_r2,ptr_1);
REDUIRE_PILE(2,VS_EXPR,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_20;

var ptr_r0, ptr_r2,
    ptr_s0,
    ptr_1 : PTR;

begin
ptr_r0 := de_pile(0);
ptr_r2 := de_pile(2);
CREER_SF_NOEUD(SF_MOINS,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r2,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r0);
CREER_STANDARD(VS_EXPR,ptr_r2,ptr_1);
REDUIRE_PILE(2,VS_EXPR,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_21;

var ptr_r0,
    ptr_1 : PTR;
```

```
begin
ptr_r0 := de_pile(0);
p:=ptr_r0;
ptr_r0:=p^.fils;
CREER_STANDARD(VS_EXPR,ptr_r0,ptr_l);
REDUIRE_PILE(0,VS_EXPR,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_22;

var ptr_r0, ptr_s0,
    ptr_r2,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r0 := de_pile(0);
ptr_r2 := de_pile(2);
CREER_SF_NOEUD(SF_MULTIPLIC,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r2,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r0);
CREER_STANDARD(VS_TERM,ptr_r2,ptr_l);
REDUIRE_PILE(2,VS_TERM,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_23;

var ptr_r0, ptr_s0,
    ptr_r2,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r0 := de_pile(0);
ptr_r2 := de_pile(2);
CREER_SF_NOEUD(SF_DIVISION,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r2,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r0);
CREER_STANDARD(VS_TERM,ptr_r2,ptr_l);
REDUIRE_PILE(2,VS_TERM,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_24;

var ptr_r0,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r0 := de_pile(0);
p:=ptr_r0;
ptr_r0:=p^.fils;
CREER_STANDARD(VS_TERM,ptr_r0,ptr_l);
REDUIRE_PILE(0,VS_TERM,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_25;
```

```
var ptr_r0,
    ptr_1 : PTR;

begin
ptr_r0 := de_pile(0);
p:=ptr_r0;
ptr_r0:=p^.fils;
CREER_STANDARD(VS_FACTOR,ptr_r0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(0,VS_FACTOR,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_27;

var ptr_r2, ptr_r4, ptr_r7, ptr_r9,
    ptr_s0, ptr_s3, ptr_s2, ptr_s4, ptr_s1, ptr_s6,ptr_s7, ptr_s8,
    ptr_s9, ptr_s10, ptr_s11, ptr_s12, ptr_s13, ptr_s14, ptr_s15,
    ptr_s16,ptr_s18, ptr_1 ,p , q, s, t, v: PTR;
    i : integer;
    find, exist : boolean;
    nom : stlgl;
    nom_attribut, nom_entite, nom_type : stlgl;

begin
ptr_r2 := de_pile(1);
ptr_r4 := de_pile(3);
ptr_r7 := de_pile(6);
PTR_TO_STRING(ptr_r7,TAMP1);
PTR_IN_HEAP(ptr_r7,ptr_tamp);
TROUVER_DS_TABLE2(tamp1,i,find);
if find = false then
   begin
   nom:=tamp1;
   EXISTE_ENTITE(ptr_r7,tamp1,exist);
   if exist = false then MESSAGE_ERREUR(tamp1,4)
   else
      begin
      PTR_TO_STRING(ptr_r4,nom_attribut);
      EXISTE_ATTRIBUT(nom_attribut,nom_entite,find);
      if find = false then MESSAGE_ERREUR(nom_attribut,3) else
      if tamp1 <> nom_entite then MESSAGE_ERREUR(nom_attribut,7) else
         begin
         nom_type := typ1;
         p := ptr_r2;
         verifier_arbre;
         if nom_type <> typ1 then MESSAGE_ERREUR('',2)
            else
            begin
            SET_TO_TRUE(nom);
            delete(nom,4,length(nom));
            DEPOSER_DS_TABLE(nom,tamp1);
            tamp2:=nom;
            end;
         end;
      end;
```

```
    end
    else
    begin
    SET_TO_TRUE(tamp1);
    nom := table[i].name;
    exist := true;
    end;
if exist = true then
begin
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_ASSIGN,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_r4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r4,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_r2);
CREER_STANDARD(VS_CONDITION_LDA,ptr_r4,ptr_l);
REDUIRE_PILE(6,VS_CONDITION_LDA,ptr_l);
end;
end;

Procedure ROUT_SEM_28;

var ptr_r1, ptr_r3, ptr_r5, ptr_r7,
    ptr_s0, ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3, ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6, ptr_s7,
    ptr_l : PTR;
    i, j:integer;
    mot:stlgl;
    find, exist : boolean;

begin
con_ass := true;
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r3 := de_pile(3);
ptr_r5 := de_pile(5);
ptr_r7 := de_pile(7);
CREER_SF_NOEUD(SF_SELECT,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_ASSIGN,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s7);
CREER_SF_NOEUD(SF_ARROW,ptr_s4);
CONDITION_ASSOCIATION(ptr_r5,ptr_r3,ptr_r1,entite1);
PTR_TO_STRING(ptr_r5,tamp1);
PTR_TO_STRING(ptr_r1,tamp);
MOT_IN_HEAP(entite1,ptr_s5);
MOT_IN_HEAP(entite1,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s4,ptr_s6);
CREER_STANDARD(VS_CONDITION_LDA,ptr_s5,ptr_l);
REDUIRE_PILE(5,VS_CONDITION_LDA,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_29;
```

```
var ptr_r1, ptr_r3,
    ptr_s0, ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3,
    ptr_1 : PTR;
    nom_attribut : stlgl;
    find : boolean;
    i : integer;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r3 := de_pile(3);
PTR_TO_STRING(ptr_r1,nom_attribut);
TROUVER_VARIA(nom_attribut,i,find);
if find = false then
   begin
   MESSAGE_ERREUR(nom_attribut,5);
   end
else
    begin
    if table[i].typ = 'str' then CREER_SF_NOEUD(SF_READB,ptr_s0)
                            else CREER_SF_NOEUD(SF_INPUT,ptr_s0);
    CREER_SF_NOEUD(SF_READE,ptr_s1);
    CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s2);
    LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r3);
    LIEN_DE_FRERE(ptr_r3,ptr_s1);
    LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_r1);
    LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s2);
    CREER_STANDARD(VS_READ,ptr_s0,ptr_1);
    REDUIRE_PILE(5,VS_READ,ptr_1);
    end;
end;

Procedure ROUT_SEM_30;

var ptr_r1, ptr_r6, ptr_r5, ptr_r8, ptr_r10, ptr_r4,
    ptr_s0, ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3, ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6,ptr_s7,
    ptr_s8, ptr_s9, ptr_s10, ptr_s11, ptr_s12, ptr_s13, ptr_s14,
    ptr_s15, ptr_s16, ptr_s17, ptr_s18, ptr_s19, ptr_s20, ptr_s21,
    ptr_1 ,p , q, s, t, v: PTR;
    tt,vv, ptr_r4b, ptr_s23,ptr_s30,ptr_s31,ptr_s5b,ptr_s22, qqq,
    ppp, pp, qq, ptr_s00,pppp, ptr_s32, ptr_s33  : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(4);
MOT_IN_HEAP(tamp,pp);
MOT_IN_HEAP(tamp,ppp);
CREER_SF_NOEUD(SF_ASSIGN,ptr_s17);
CREER_SF_NOEUD(SF_ARROW,ptr_s18);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s33);
LIEN_DE_FRERE(pp,ptr_s18);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s18,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s33);
CREER_STANDARD(VS_EXPR,pp,ptr_1);
REDUIRE_PILE(4,VS_EXPR,ptr_1);
end;
```

```
Procedure ROUT_SEM_31;

var ptr_r1, ptr_r4, ptr_s0, ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r4 := de_pile(4);
CREER_SF_NOEUD(SF_ARROW,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r4);
CREER_STANDARD(VS_FACTOR,ptr_r1,ptr_l);
REDUIRE_PILE(4,VS_FACTOR,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_32;

var ptr_r1,
    ptr_s0, ptr_s1,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
p:=ptr_r1;
verifier_arbre;
CREER_SF_NOEUD(SF_WRITE,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s1);
CREER_STANDARD(VS_WRITE,ptr_s0,ptr_l);
REDUIRE_PILE(3,VS_WRITE,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_33;

var ptr_r1,
    ptr_s0 , ptr_s1, ptr_s2,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
p:=ptr_r1;
verifier_arbre;
CREER_SF_NOEUD(SF_WRITE,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_WRITE,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s2);
CREER_STANDARD(VS_WRITELN,ptr_s0,ptr_l);
REDUIRE_PILE(3,VS_WRITELN,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_34;
```

```
var ptr_r0, ptr_r1, ptr_r2, ptr_s0, ptr_s1, ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
CREER_SF_NOEUD(SF_PARENTHESE_OUVRANTE,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_PARENTHESE_FERMANTE,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s1);
CREER_STANDARD(VS_FACTOR,ptr_s0,ptr_l);
REDUIRE_PILE(2,VS_FACTOR,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_35;

var ptr_r1, ptr_r3, ptr_r4, ptr_r5,
    ptr_s0, ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3, ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6,
    ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r3 := de_pile(3);
CREER_SF_NOEUD(SF_WHILE,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENDDO,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s4);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s5);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_r3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r3,ptr_s5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s6,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_s4);
CREER_STANDARD(VS_WHILE,ptr_s1,ptr_l);
REDUIRE_PILE(4,VS_WHILE,ptr_l);
end;

Procedure ROUT_SEM_36;

var ptr_r1, ptr_r3, ptr_r5,
    ptr_s0, ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3, ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6, ptr_s7,
    ptr_s8, ptr_l : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r3 := de_pile(3);
ptr_r5 := de_pile(5);
CREER_SF_NOEUD(SF_IF,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_ELSE,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENDIF,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s4);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s5);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s6);
```

```
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s7);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s8);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r5,ptr_s7);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s7,ptr_r3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r3,ptr_s8);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s8,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,ptr_s5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s6,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_s4);
CREER_STANDARD(VS_IF,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(6,VS_IF,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_37;

var ptr_r1, ptr_r3, ptr_s0,
    ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3, ptr_s4,
    ptr_1 : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r3 := de_pile(3);
CREER_SF_NOEUD(SF_IF,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENDIF,ptr_s1);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r3,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s4,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s1,ptr_s2);
CREER_STANDARD(VS_IF,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(4,VS_IF,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_38;

var ptr_r1, ptr_r3, ptr_s0,
    ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3, ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6, ptr_s7, ptr_s8,
    ptr_s9, ptr_s10, pp,ppp,p,pppp,ptr_1,ptr_s12, ptr_s11 : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r3 := de_pile(3);
MOT_IN_HEAP(tamp2,p);
MOT_IN_HEAP(tamp2,pp);
MOT_IN_HEAP(tamp2,ppp);
MOT_IN_HEAP(tamp2,pppp);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s0);
```

```
CREER_SF_NOEUD(SF_COUNT,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_N1,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s6);
CREER_SF_NOEUD(SF_IF,ptr_s7);
CREER_SF_NOEUD(SF_N,ptr_s8);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s9);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s10);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENDIF,ptr_s11);
HEAD_SEQ(p,ptr_s0,ptr_s1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_s2);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_r3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r3,ptr_s3);
IN_IF(pppp,ptr_s3,ptr_s5);
IN_END_SEC(pp,ppp,ptr_s5,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s6,ptr_s7);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s7,ptr_s8);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s8,ptr_s9);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s9,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s10);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s10,ptr_s11);
CREER_STANDARD(VS_IF,ptr_s1,ptr_1);
REDUIRE_PILE(4,VS_IF,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_41;

var ptr_r2, ptr_r4, ptr_r7, ptr_r9,
    ptr_s0, ptr_s3, ptr_s2, ptr_s4, ptr_s6,ptr_s1, ptr_s5,ptr_s7, ptr_s8,
    ptr_s9, ptr_s10, ptr_s11, ptr_s12, ptr_s13, ptr_s14, ptr_s15,ptr_s16,
    ptr_s18, ptr_1 ,p , q, s, t, v: PTR;
    find, exist : boolean;
    i:integer;
    nom, mot :stlgl;

begin
ptr_r2 := de_pile(0);
ptr_r4 := de_pile(2);
CREER_SF_NOEUD(SF_SELECT,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_LOCATE1,ptr_s5);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s4);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s6);
PTR_TO_STRING(ptr_r4,nom);
TROUVER_DS_TABLE2(tamp1,i,find);
if find = false then
   begin
   nom:=tamp1;
   MOT_IN_HEAP(tamp1,ptr_r7);
   EXISTE_ENTITE(ptr_r7,tamp1,exist);
   if exist = false
   then MESSAGE_ERREUR(tamp1,4)
   else
        begin
        delete(nom,4,length(nom));
        DEPOSER_DS_TABLE(nom,tamp1);
        SET_TO_TRUE(tamp1);
```

```
        end;
    end
    else SET_TO_TRUE(tamp1);
if con_ass = true then
    begin
    con_ass := false;
    TROUVER_VARIA(tamp,i,find);
    if (find = false) then MESSAGE_ERREUR(tamp,5);
    if (tamp=nom) then MESSAGE_ERREUR('',20);
    end;
LIEN_DE_FRERE(ptr_s6,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r4,ptr_s4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s4,ptr_s5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,ptr_r2);
CREER_STANDARD(VS_ASSIGNATION_ENTITE,ptr_s6,ptr_1);
REDUIRE_PILE(2,VS_ASSIGNATION_ENTITE,ptr_1);
end;

Procedure ROUT_SEM_42;

var ptr_r1, ptr_r6, ptr_r5, ptr_r9, ptr_r11, ptr_r4,
    ptr_s0, ptr_s3, ptr_s2, ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6,ptr_s7, ptr_s8,
    ptr_s9, ptr_s10, ptr_s11, ptr_s12, ptr_s13, ptr_s14, ptr_s15,
    ptr_s16, ptr_s18, ptr_s19, ptr_s20, ptr_1 ,w , q, s, t, v: PTR;
    nom_type : stlg1;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r4 := de_pile(4);
ptr_r6 := de_pile(6);
ptr_r9 := de_pile(9);
ptr_r11 := de_pile(11);
ptr_r5 := de_pile(5);
ACCES_PAR_CLE(ptr_r6,ptr_r9,ptr_r4,ptr_r11,entite1,found);
if found = true then
begin
found := false;
nom_type := typ1;
p:=ptr_r4;
verifier_arbre;
if nom_type <> typ1 then MESSAGE_ERREUR('',7)
else
begin
found := true;
PTR_IN_HEAP(ptr_r11,w);
PTR_IN_HEAP(ptr_r11,q);
PTR_IN_HEAP(ptr_r11,s);
CREER_SF_NOEUD(SF_SELECT,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_END,ptr_s4);
CREER_SF_NOEUD(SF_LOCATE1,ptr_s5);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENDIF,ptr_s10);
CREER_SF_NOEUD(SF_ARROW,ptr_s18);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s6);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s16);
```

```
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s19);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s20);
HEAD_SEQ(ptr_r11,ptr_s2,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_s5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,ptr_r6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r6,ptr_r5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r5,ptr_r4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r4,ptr_s6);
IN_IF(s,ptr_s6,ptr_s16);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s16,ptr_s19);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s19,ptr_r1);
IN_END(w,q,ptr_r1);
CREER_STANDARD(VS_FOR,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(12,VS_FOR,ptr_1);
end;
end;
end;

Procedure ROUT_SEM_43;

var ptr_r1, ptr_r6, ptr_r5, ptr_r8, ptr_r10, ptr_r4,
    ptr_s0, ptr_s1, ptr_s2, ptr_s3, ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6,ptr_s7,
    ptr_s8, ptr_s9, ptr_s10, ptr_s11, ptr_s12, ptr_s13, ptr_s14,
    ptr_s15, ptr_s16, ptr_s17, ptr_s18, ptr_s19, ptr_s20, ptr_s21,
    ptr_1 ,p , q, s, t, v: PTR;
    tt,vv, ptr_s22, ptr_s23 : PTR;

begin
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r4 := de_pile(4);
ptr_r6 := de_pile(6);
ptr_r8 := de_pile(8);
ptr_r10 := de_pile(10);
ACCES_PAR_ASSOCIATION(ptr_r6,ptr_r8,ptr_r4,ptr_r10,entite1,found,yes);
if found = true then
begin
PTR_IN_HEAP(ptr_r10,p);
PTR_IN_HEAP(ptr_r10,q);
PTR_IN_HEAP(ptr_r10,s);
MOT_IN_HEAP(entite1,t);
MOT_IN_HEAP(entite1,v);
CREER_SF_NOEUD(SF_SELECT,ptr_s0);
CREER_SF_NOEUD(SF_DO,ptr_s2);
CREER_SF_NOEUD(SF_LOCATE1,ptr_s5);
CREER_SF_NOEUD(SF_IF,ptr_s6);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENDIF,ptr_s10);
CREER_SF_NOEUD(SF_RECNO,ptr_s16);
CREER_SF_NOEUD(SF_ASSIGN,ptr_s17);
CREER_SF_NOEUD(SF_ARROW,ptr_s18);
CREER_SF_NOEUD(SF_LOCATE2,ptr_s19);
CREER_SF_NOEUD(SF_NOT,ptr_s20);
CREER_SF_NOEUD(SF_EOF,ptr_s21);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s11);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s12);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s13);
```

```
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s14);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s15);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s22);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s23);
if yes = true then
begin
HEAD_SEQ(ptr_r10,ptr_s2,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s2,ptr_s5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,t);
LIEN_DE_FRERE(t,ptr_s17);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s17,ptr_r4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r4,ptr_s18);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s18,v);
LIEN_DE_FRERE(v,ptr_s11);
IN_IF(s,ptr_s11,ptr_s16);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s16,ptr_s22);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s22,ptr_r1);
IN_END(p,q,ptr_r1);
end
else
begin
MOT_IN_HEAP(entite1,tt);
MOT_IN_HEAP(entite1,vv);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s0,ptr_r10);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r10,ptr_s12);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s12,ptr_s19);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s19,tt);
LIEN_DE_FRERE(tt,ptr_s17);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s17,ptr_r4);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r4,ptr_s18);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s18,vv);
LIEN_DE_FRERE(vv,ptr_s13);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s13,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s6,ptr_s20);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s20,ptr_s21);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s21,ptr_s14);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s14,ptr_s22);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s22,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s23);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s23,ptr_s10);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s10,ptr_s15);
end;
CREER_STANDARD(VS_FOR,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(11,VS_FOR,ptr_1);
end
else MESSAGE_ERREUR('',20);
end;

Procedure ROUT_SEM_44;

var ptr_r1, ptr_r5, ptr_r3,
    ptr_s0, ptr_s3, ptr_s4, ptr_s5, ptr_s6, ptr_s7,
    ptr_s8, ptr_s9,
    ptr_1 : PTR;
    nom1 : str;
```

```
    intab : boolean;


begin
intab := false;
ptr_r1 := de_pile(1);
ptr_r5 := de_pile(5);
ptr_r3 := de_pile(3);
PTR_IN_HEAP(ptr_r5,q);
ACCES_SEQUENTIEL(ptr_r5,ptr_r3,found);
if found = true then
begin
CREER_SF_NOEUD(SF_SKIP,ptr_s3);
CREER_SF_NOEUD(SF_END,ptr_s4);
CREER_SF_NOEUD(SF_SELECT,ptr_s5);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_P,ptr_s6);
CREER_SF_NOEUD(SF_TABUL_M,ptr_s7);
CREER_SF_NOEUD(SF_ENTER,ptr_s9);
HEAD_SEQ(ptr_r5,ptr_s8,ptr_s0);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s8,ptr_s6);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s6,ptr_r1);
LIEN_DE_FRERE(ptr_r1,ptr_s7);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s7,ptr_s5);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s5,q);
LIEN_DE_FRERE(q,ptr_s9);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s9,ptr_s3);
LIEN_DE_FRERE(ptr_s3,ptr_s4);
CREER_STANDARD(VS_FOR,ptr_s0,ptr_1);
REDUIRE_PILE(6,VS_FOR,ptr_1);
end
else MESSAGE_ERREUR('',20);
end;

Procedure ESSAYER_DE_REDUIRE;

var NR : integer;
    trouve_regle , arret : boolean;

begin
TROUVER_REGLE_A_REDUIRE(trouve_regle,NR);
if trouve_regle = true then
    begin
    case GRAMMAIRE[NR].NUMERO_PROD OF
    1, 2, 3, 4,
          5, 6  : ROUT_SEM_6;
              7 : ROUT_SEM_7;
              8 : ROUT_SEM_8;
              9 : ROUT_SEM_9;
             10 : ROUT_SEM_10;
             11 : ROUT_SEM_11;
             12 : ROUT_SEM_12;
             13 : ROUT_SEM_13;
             14 : ROUT_SEM_14;
             15 : ROUT_SEM_15;
             16 : ROUT_SEM_16;
```

```
                17 : ROUT_SEM_17;
                18 : ROUT_SEM_18;
                19 : ROUT_SEM_19;
                20 : ROUT_SEM_20;
                21 : ROUT_SEM_21;
                22 : ROUT_SEM_22;
                23 : ROUT_SEM_23;
                24 : ROUT_SEM_24;
                25 : ROUT_SEM_25;
                26 : ROUT_SEM_25;
                27 : ROUT_SEM_27;
                28 : ROUT_SEM_28;
                29 : ROUT_SEM_29;
                30 : ROUT_SEM_30;
                31 : ROUT_SEM_31;
                32 : ROUT_SEM_32;
                33 : ROUT_SEM_33;
                34 : ROUT_SEM_34;
                35 : ROUT_SEM_35;
                36 : ROUT_SEM_36;
                37 : ROUT_SEM_37;
                38 : ROUT_SEM_38;
                39 : ROUT_SEM_6;
                40 : ROUT_SEM_25;
                41 : ROUT_SEM_41;
                42 : ROUT_SEM_42;
                43 : ROUT_SEM_43;
                44 : ROUT_SEM_44;
                45 : ROUT_SEM_6;
    end;
end
else MESSAGE_ERREUR('',20);
end;
```

```
{*****************************************************************}
{*                        Le module PARCOUREUR                   *}
{*                                                               *}
{* La fonction de ce module est de parcourir l'arbre de traduction,  *}
{* avec racine "p", en vue de produire dans le fichier "LISTER"      *}
{* le texte dBase.                                               *}
{*****************************************************************}

Procedure TRADUCTION_DS_FICHIER;

var i : integer;

Procedure WALK_THROUGH;

var tab : string[80];
    i : integer;

procedure walk(p : PTR);

var i : integer;

begin
if ( p <> nil ) then
     begin
     walk(p^.fils);
     case p^.kind of
     TERM_SYMBOL :
         begin
         for i:=p^.terminal.limits.lower to p^.terminal.limits.upper do
         begin
         if TANK.ELEM[i] ='^' then tab := tab + '    ' else
         if TANK.ELEM[i] ='#' then delete(tab,length(tab)-3,length(tab))
         else
         if TANK.ELEM[i] ='~' then enter := true
         else begin
              if enter = true then begin
                                   writeln(lister);
                                   write(lister,tab,TANK.ELEM[i]);
                                   enter:=false;
                                   end
                              else write(lister,TANK.ELEM[i])
              end;
         end;
         end;
      FINAL_STR :
         begin
          for i:=p^.STR_BEGIN to p^.STR_END do
             begin
             if TANK.ELEM[i] ='^' then tab := tab + '    ' else
             if TANK.ELEM[i] ='#'
             then delete(tab,length(tab)-3,length(tab)) else
             if TANK.ELEM[i] ='~' then enter := true
             else begin
                  if enter = true then begin
                                       writeln(lister);
```

```
                                        write(lister,tab,TANK.ELEM[i]);
                                        enter:=false;
                                        end
                                    else write(lister,TANK.ELEM[i])
                    end;
            end;
            end;
        end;
        walk(p^.frere);
        end;
end;

begin
tab := '';
walk(p);
end;

begin
j:=1;
assign(LISTER,RESULTAT);
rewrite(LISTER);
writeln(lister,'close databases');
if (table[i].bit = true) and (table[i].typ <> 'str') and
(table[i].typ <> 'ent') then
    begin
    writeln(lister,'select ',j);
    writeln(lister,'use ',table[i].typ,' alias ',table[i].name);
    j := j + 1;
    end;
WALK_THROUGH;
writeln(lister);
writeln(lister,'close databases');
close(LISTER);
writeln;
writeln('La compilation a réussie.');
writeln('Le texte dBase se trouve dans ',RESULTAT);
repeat until keyressed;
end;
```

```
Procedure INIT(var continue_compilation : boolean);

{ Cette procédure vérifie si les fichiers GRAMFILE.DTA et
  FSFILE.DTA sont des fichiers existants. Si ce n'est pas
  le cas "continue_compilation" est mis à faux.
  Elle initialise aussi la table de travail.
}

var i : integer;

begin
for i:=1 to max_table do
    begin
    table[i].name:='';
    table[i].typ:='';
    table[i].origine:='';
    table[i].bit:=false;
    end;
con_ass:=false;
enter := false;
continue_compilation := true;
typ1:='';
assign(GRAMFILE,'GRAMFILE.DTA');
{$i-}reset(GRAMFILE){$i+};
if ioresult <> 0 then
   begin
   continue_compilation := false;
   writeln('Le fichier GRAMFILE.DTA qui contient la grammaire');
   writeln(' est introuvable !');
   end
   else
   begin
   assign(FSFILE,'FSFILE.DTA');
   {$i-}reset(FSFILE){$i+};
   if ioresult <> 0 then
      begin
      continue_compilation := false;
      writeln('Le fichier FSFILE.DTA qui contient les rubans');
      writeln('  de traduction est introuvable !');
      end
   end;
end;
```

```
Procedure compil;

{*********************************************************************}
{*              Ce module effectue la génération dBase                 *}
{*********************************************************************}

begin
INIT(continue_compilation);
if continue_compilation <> false then
begin
  LEXICA;
  if continue_compilation <> false then
     begin
     CONSTRUC;
     VAR_DISTINGUEE := false;
     DETECTER_ERREUR := false;
     PILE.TOP := 0;
     ENTREE.TOP := 0;
     NUM_TABLE := 0;
     PILE.ELEM[0].SYMBOL := S_ENTREE_SYM;
     GARNIR_TOPSYM;
     while (VAR_DISTINGUEE = false) and (DETECTER_ERREUR = false) do
        begin
        T:=SRT[PILE.ELEM[PILE.TOP].SYMBOL,TOPSYM.KIND];
           Case T of
             ERRORACT :  begin
                         MESSAGE_ERREUR('',20);
                         end;
             SHIFTACT :  begin
                         SHIFT_TOPSYM;
                         GARNIR_TOPSYM;
                         end;
             REDUCEACT : begin
                         ESSAYER_DE_REDUIRE;
                         if PILE.ELEM[PILE.TOP].SYMBOL = VS_SEQUENCE then
                         VAR_DISTINGUEE := true;
                         end;
           end;
        end;
     if DETECTER_ERREUR = true
        then MESSAGE_ERREUR('',10)
        else if VAR_DISTINGUEE = true then TRADUCTION_DS_FICHIER;
     end
else MESSAGE_ERREUR('',8);
end;
end;
```

```
(*************************************************************************)
(*  Ce module permet l'introduction d'une base de données en projet.     *)
(*************************************************************************)

Procedure CHARGEUR;

type
    chaine=string[200];

var attsuiv,continuer,cont,fin,asssuiv:boolean;
    sch:Tschema;
    ent:Tentite;
    ass:Tassociation;
    att:Tattribut;
    rol:Trole;
    pro:Tprocedur;
    entsuiv:boolean;
    base:string[20];

Function Majuscule(ch:chaine):chaine;

var i:integer;

begin
for i:=1 to length(ch) do
    ch[i]:=upcase(ch[i]);
    majuscule:=ch;
end;

Procedure ECRAN_BAS;

begin
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┐');
write('│   Base de données :                                  Type d''Entité :');
writeln('                │');
write('│   Type d''Assoc.  :                                   Attribut :     ');
writeln('                │');
write('│   Messages :                                                         ');
writeln('                │');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┘');
end;

Procedure ECRAN_HAUT;

begin
write('╔══════════════════════════════════════════════════════════════════════════════');
writeln('══════════════╗');
write('║                          Gestion des Bases de données                        ');
writeln('                ║');
write('╚══════════════════════════════════════════════════════════════════════════════');
writeln('══════════════╝');
writeln;
end;
```

```
Procedure SaisieAttribut;

var y : integer;

begin
repeat
cont:=true;
clrscr;
ECRAN_HAUT;
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┐');
write('│                        Création d''un Attribut                              ');
writeln('               │');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┘');
gotoxy(1,20);
ECRAN_BAS;
gotoxy(23,21);
write(sch.nom_schema);
gotoxy(48,21);
write('Type d''Entité : ');
write(ent.nom_entite);
gotoxy(1,10);
writeln('  NOM                                  IDENTIFIANT  ');
writeln('  ________________                     ___________ ');
writeln;
writeln('  Description');
write('  ____________________________________________________________________');
write('_____________________');
write('  ____________________________________________________________________');
writeln('_____________________');
writeln('  Type Pascal : Int,Real,St,Ch,Bool');
writeln('  _                                  longueur : __');
y:=11;
gotoxy(3,y);
readln(att.nom_attribut);
att.nom_attribut:=majuscule(att.nom_attribut);
if att.nom_attribut='' then
        begin
             continuer:=false;
             cont:=false;
             attsuiv:=true;
             fin:=false;
        end
        else
        begin
        repeat
              gotoxy(37,y);
              readln(att.id_attribut);
              att.id_attribut := upcase(att.id_attribut)
        until att.id_attribut in ['O','N'];
        gotoxy(3,y+3);
        readln(att.description_attribut);
        att.description_attribut:=majuscule(att.description_attribut);
```

```
        gotoxy(1,y+7);
        readln(att.type_attribut);
        if upcase(att.type_attribut)='S' then
           begin
           gotoxy(43,y+7);
           readln(att.longueur_attribut);
           end;
        dbcreate(attribut,att);
        dbinsert(att,ent,caracteristique);
        if dbstatus = 0 then
          begin
          gotoxy(14,23);
          writeln('L''attribut ',att.nom_attribut,' est inséré!');
          delay(1000);
          end
          else
          begin
          gotoxy(14,30);
          writeln('L''attribut ',att.nom_attribut,'n'' est pas inséré!');
          delay(1000);
          end;
        end;
until cont=false;
end;

Procedure Saisie_Tentite;

var ch:char;
    y : integer;

begin
entsuiv:=true;
attsuiv:=true;
if positionne=false then
   begin
   gotoxy(30,11);
   writeln('Base de données non positionnée!');
   end
else
repeat
   clrscr;
   ECRAN_HAUT;
   write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
   writeln('──────────────────┐');
   write('│                    Création d''un Type d''Entité                          ');
   writeln('                  │');
   write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
   writeln('──────────────────┘');
   gotoxy(1,20);
   ECRAN_BAS;
   gotoxy(23,21);
   write(sch.nom_schema);
   gotoxy(1,10);
   writeln('  NOM');
   writeln('  ____________________');
```

```
    writeln;
    writeln('  Description');
    write('  ──────────────────────────────────────────────────────────────');
    write('──────────────────');
    write('  ──────────────────────────────────────────────────────────────');
    writeln('──────────────────────');
    write('  F1 : EXIT');
    y:=11;
    gotoxy(3,y);
    readln(ent.nom_entite);
    if ent.nom_entite = '' then entsuiv:=false
    else
      begin
      ent.nom_entite:=majuscule(ent.nom_entite);
      gotoxy(3,14);
      readln(ent.description_entite);
      writeln(ent.nom_entite);
      dbcreate(entite,ent);
      dbinsert(ent,sch,collectionne_e);
      if dbstatus = 0 then
         begin
         gotoxy(14,23);
         writeln('L''entité ',ent.nom_entite,' est insérée!');
         delay(1000);
         end
         else
         begin
         gotoxy(14,30);
         writeln('L''entité ',ent.nom_entite,'n'' est pas insérée!');
         delay(1000);
         end;
         repeat
             Saisieattribut;
         until attsuiv=true;
         end;
until entsuiv=false;
end;

Procedure EcranGestion(var chx:char);

var y:integer;
    ch:string[10];

begin
clrscr;
ECRAN_HAUT;
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┐');
write('│                                                              ');
writeln('              │');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┘');
gotoxy(6,8);
write('╔══════════════════════════════════════════════════════════════');
writeln('══════╗');
```

```
write('     ‖      Commandes à exécuter ( 2 Initiales )                ');
writeln('          ‖');
write('     ‖                                                          ');
writeln('          ‖');
write('     ‖                Créer          Type d''Entité             ');
writeln('           ‖');
write('     ‖                               Type d''Association        ');
writeln('           ‖');
write('     ‖                                      Base de données     ');
writeln('          ‖');
write('     ‖                                      Procedure           ');
writeln('          ‖');
write('     ‖      F1 = Quitter gestion                                ');
writeln('          ‖');
write('     ╚═══════════════════════════════════════════════════════════');
writeln('═══════╝');
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────┐');
write('│      Commande :                                              ');
writeln('          │');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────┘');
gotoxy(1,20);
ECRAN_BAS;
repeat
      gotoxy(18,18);
      ch:='';
      y:=18;
      chx:=readkey;
      chx:=upcase(chx);
      if (chx <> 'P') and (chx <> 'C') and (chx <> #59) then
         begin
         sound(440);
         delay(500);
         gotoxy(16,23);
         writeln('Caractère non autorisé!');
         delay(500);
         gotoxy(16,23);
         clreol;
         nosound;
         gotoxy(78,23);
         writeln('│');
         end;
      if chx in ['C','P'] then write(chx);
until chx in ['C','P',#59];
if (chx <> #59) then
begin
ch:=chx;
y:=y+1;
repeat
      gotoxy(y,18);
      chx:=readkey;
      chx:=upcase(chx);
      if (chx <> 'E') and (chx <> 'B') and (chx <> 'A')
      and (chx <> 'P') and (chx <> #59) then
```

```
          begin
          sound(440);
          delay(500);
          gotoxy(16,23);
          writeln('Caractère non autorisé!');
          delay(500);
          gotoxy(16,23);
          clreol;
          nosound;
          gotoxy(78,23);
          writeln('|');
          end;
       if chx in ['E','B','A','P'] then write(chx);
       ch:=ch+chx;
until chx in ['E','B','A','P',#59];
end;
y:=18;
if ch='PB' then chx:='P';
if ch='PE' then chx:='Q';
if ch='CB' then chx:='B';
if ch='CE' then chx:='E';
if ch='CA' then chx:='A';
if ch='CP' then chx:='C';
end; { procedure ecran }

Procedure origine_cible;

var trouve : boolean;

begin
clrscr;
ECRAN_HAUT;
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────┐');
write('│                          Création d''un Type d''Association                  ');
writeln('          │');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────┘');
writeln('  Origine');
writeln('  ____________________');
writeln;
writeln('  Cible');
writeln('  ____________________');
writeln;
gotoxy(1,20);
ECRAN_BAS;
gotoxy(23,21);
write(sch.nom_schema);
gotoxy(23,22);
write(ass.nom_association);
gotoxy(3,9);
readln(rol.origine_role);
rol.origine_role := majuscule(rol.origine_role);
gotoxy(3,12);
readln(rol.cible_role);
```

```
rol.cible_role := majuscule(rol.cible_role);
dbcreate(role,rol);
dbinsert(rol,ass,lien);
if dbstatus <> 0 then writeln('Not ok');
dbfirst(entite,ent);
trouve:=false;
while dbfound and trouve do
      begin
      if ENT.NOM_ENTITE = rol.cible_role then
         begin
         trouve:=true;
         dbinsert(rol,ent,joue);
         if dbstatus <> 0 then writeln('Not OK');
         end
       else dbnext(entite,ent);
      end;
trouve:=false;
while dbfound and trouve do
      begin
      if ENT.NOM_ENTITE = rol.origine_role then
         begin
         trouve:=true;
         dbinsert(rol,ent,joue);
         if dbstatus <> 0 then writeln('Not OK');
         end
       else dbnext(entite,ent);
      end;
end;

Procedure Saisie_Tassociation;

var continuer : boolean;
    y : integer;

begin
continuer:=true;
repeat
clrscr;
ECRAN_HAUT;
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────┐');
write('│                    Création d''un Type d''Association                        ');
writeln('          │');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────┘');
gotoxy(1,20);
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────┐');
write('│   Base de données : ');
write(sch.nom_schema);
gotoxy(48,21);
writeln('Type d''Entité :                 │');
write('│   Type d''Assoc.  :                                  Attribut :     ');
writeln('          │');
write('│   Messages :                                                        ');
```

```
writeln('                |');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('─────────────┘');
gotoxy(1,10);
writeln('  NOM');
writeln('  ____________________');
writeln;
writeln('  Description');
writeln('  ____________________');
writeln;
y:=11;
gotoxy(3,y);
readln(ass.nom_association);
ass.nom_association := majuscule(ass.nom_association);
if ass.nom_association='' then continuer:=false
else
begin
gotoxy(3,y+3);
readln(ass.description_associat);
dbcreate(association,ass);
dbinsert(ass,sch,collectionne_a);
if dbstatus = 0 then
   begin
   gotoxy(14,23);
   writeln('L''association ',ass.nom_association,' est insérée!');
   delay(1000);
   end
   else
   begin
   gotoxy(14,30);
   writeln('L''association ',ass.nom_association,'n'' est pas insérée!');
   delay(1000);
   end;
writeln;
origine_cible;
end;
until continuer=false;
end;

Procedure saisie_base;

var continuer,fin:boolean;
    getal,y:integer;

begin
clrscr;
ECRAN_HAUT;
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('─────────────┐');
write('│                    Création d''une Base de données           ');
writeln('                |');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('─────────────┘');
writeln('  NOM');
write('  ____________________');
```

```
writeln;
gotoxy(1,19);
ECRAN_BAS;
gotoxy(3,9);
readln(sch.nom_schema);
sch.nom_schema:=majuscule(sch.nom_schema);;
dbcreate(schema,sch);
case dbstatus of
   0 : begin
       gotoxy(16,22);
       writeln('La Base de données ',sch.nom_schema,' est crée!');
       positionne:=true;
       delay(1000);
       end;
   2 : begin
       gotoxy(11,30);
       writeln('Base de données existe déjà!');
       delay(1000);
       end;
   end;
end;

Procedure saisie_proc;

var continuer,fin:boolean;
    getal,y:integer;
    trouve : boolean;

begin
clrscr;
ECRAN_HAUT;
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┐');
write('│                          Intoduction d''une procédure                        ');
writeln('               │');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┘');
writeln('  NOM');
writeln('  ____________________');
writeln;
writeln('  NOM DE LA BASE');
write('  ____________________');
writeln;
gotoxy(1,19);
ECRAN_BAS;
gotoxy(3,9);
readln(pro.nom_procedure);
gotoxy(3,12);
readln(base);
base := CAPITAL(base);
trouve := false;
dbfirst(schema,sch);
while dbfound and not trouve do
 begin
   if sch.nom_schema = base then
```

```
    begin
    pro.nom_procedure:=majuscule(pro.nom_procedure);;
    dbcreate(procedur,pro);
    dbinsert(pro,sch,appartenance);
    writeln(dbstatus);
    case dbstatus of
    0 : begin
        gotoxy(16,22);
        writeln('La procédure ',pro.nom_procedure,' est insérée!');
        positionne:=true;
        delay(1000);
        end
        else
        begin
        gotoxy(11,30);
        writeln('La procédure ',pro.nom_procedure,' n''est pas insérée!');
        delay(1000);
        end;
    end;
    end;
 dbnext(schema,sch);
 end;
end;

begin
repeat
    EcranGestion(chx);
    case chx of
      'E': saisie_Tentite;
      'A': saisie_Tassociation;
      'B': saisie_base;
      'C': saisie_proc;
    end;
until chx=#59;
end;
```

```
(*****************************************************************)
(* Ce module permet de produire un rapport détaillé de la base des     *)
(* spécifications.                                                     *)
(*****************************************************************)

Procedure rapport;

type y = record
         entite : array[1..15] of record
                nom : string[20];
                description : string[194];
                attribut : array[1..10] of record
                       nom : string[20];
                       description : string[194];
                       type_at : char;
                       longueur : integer;
                       end;
                nbre_at : integer;
                end;
            nbre_ent : integer;
     end;
     z = array[1..10] of integer;
     q = record
         association : array[1..15] of record
                nom : string[20];
                description : string[194];
                origine : string[20];
                cible : string[20];
                end;
          nbre_ass : integer;
          end;

var ent : Tentite;
    ass : Tassociation;
    att : Tattribut;
    sch : Tschema;
    rol : Trole;
    pro : Tprocedur;
    nbre_ent, nbre_ass, choix : integer;
    nbre_at, i, j, n : integer;
    x : y;
    p : q;
    base, entit, associat, typ, nom:string[20];
    nbr_at : z;
    tp : string[20];
    trouver_base : boolean;

Procedure sortie;

var i, j : integer;

begin
clrscr;
write('Vers quel organe désirez-vous orienter le rapport');
writeln(' de la base de donneés?');
```

```
write('            1');
write(' : Imprimante');
writeln;
write('            2');
write(' : Ecran');
writeln;
repeat
      writeln('Quel est votre choix ( 1 ou 2) ?');
      readln(choix);
until choix in [1..2];
clrscr;
case choix of
     2 : begin
         writeln('      RAPPORT SUR UNE BASE DE DONNEES      ');
         writeln('*******************************************');
         writeln;
         writeln('NOM : ',sch.nom_schema);
         writeln;
         writeln('Liste des types d''Entités');
         writeln('========================');
         writeln;
         for i:=1 to nbre_ent-1 do
              begin
              entit:=x.entite[i].nom;
              writeln(i,' : ',entit);
              writeln('           Description: ');
              writeln('           Attributs:');
                   for j:=1 to x.entite[i].nbre_at-1 do
                       begin
                       write('                ');
                       write(x.entite[i].attribut[j].nom);
                       tp:=x.entite[i].attribut[j].type_at;
                       if upcase(tp[1])='S' then
                          begin
                          tp:='S' + 'tring[';
                          write(' : ',tp);
                          writeln(x.entite[i].attribut[j].longueur,']');
                          end
                       else
                          begin
                          if upcase(tp[1])='I' then tp:='I' + 'nteger';
                          writeln(' : ',tp);
                          end;
                       end;
              writeln;
              writeln('           Description Attribut:');
                   for j:=1 to x.entite[i].nbre_at-1 do
                       begin
                       write('                ');
                       write(x.entite[i].attribut[j].nom,' : ');
                       writeln(x.entite[i].attribut[j].description);
                       end;
              repeat until keypressed;
              end;
              writeln;
```

```
        writeln('Liste des Types d''Association');
        writeln('============================');
        writeln;
        for i:=1 to nbre_ass-1 do
            begin
            associat:=p.association[i].nom;
            writeln(i,' : ',associat);
            writeln('        Description: ');
            write('             Origine : ');
            writeln(p.association[i].origine);
            write('             Cible : ');
            writeln(p.association[i].cible);
            writeln;
            repeat until keypressed;
            end;
    end;
1 : begin
    writeln(lst,'      RAPPORT SUR UNE BASE DE DONNEES      ');
    writeln(lst,'***************************************');
    writeln(lst);
    writeln(lst,'NOM : ',sch.nom_schema);
    writeln(lst);
    writeln(lst,'Liste des types d''Entités');
    writeln(lst,'==========================');
    writeln(lst);
    for i:=1 to nbre_ent-1 do
        begin
        entit:=x.entite[i].nom;
        writeln(lst,i,' : ',entit);
        writeln(lst,'           Description: ');
        writeln(lst,'           Attributs:');
        for j:=1 to x.entite[i].nbre_at-1 do
            begin
             write(lst,'                ');
             write(lst,x.entite[i].attribut[j].nom);
             tp:=x.entite[i].attribut[j].type_at;
             if upcase(tp[1])='S' then
             begin
               tp:='S' + 'tring[';
               write(lst,' : ',tp);
               writeln(lst,x.entite[i].attribut[j].longueur,']');
             end
             else
             begin
               if upcase(tp[1])='I' then tp:='I' + 'nteger';
               writeln(lst,' : ',tp);
             end;
            end;
        writeln(lst);
        writeln(lst,'           Description Attribut:');
              for j:=1 to x.entite[i].nbre_at-1 do
                  begin
                  write(lst,'                ');
                  write(lst,x.entite[i].attribut[j].nom,' : ');
                  writeln(lst,x.entite[i].attribut[j].description);
```

```
                    end;
            end;
            writeln(lst);
            writeln(lst,'Liste des Types d''Association');
            writeln(lst,'============================');
            writeln(lst);
            for i:=1 to nbre_ass-1 do
                begin
                associat:=p.association[i].nom;
                writeln(lst,i,' : ',associat);
                writeln(lst,'        Description: ');
                write(lst,'             Origine : ');
                writeln(lst,p.association[i].origine);
                write(lst,'             Cible : ');
                writeln(lst,p.association[i].cible);
                writeln(lst);
                end;
        end;

end;
end;

begin
clrscr;
trouver_base := false;
dbopen('METABASE');
gotoxy(15,14);
write('Nom de la base de données : ');
gotoxy(43,14);
readln(base);
base:=capital(base);
dbfirst(schema,sch);
while dbfound and not trouver_base do
      begin
      if sch.nom_schema = base then trouver_base := true
      else dbnext(schema,sch);
      end;
if trouver_base = false then writeln('Base n''existe pas !')
else
begin
dbfpath(ent,sch,collectionne_e);
      nbre_ent:=1;
      while dbfound do
        begin
        nbre_at:=1;
        x.entite[nbre_ent].nom:=ent.nom_entite;
        dbfpath(att,ent,caracteristique);
        while dbfound do
        begin
        x.entite[nbre_ent].attribut[nbre_at].nom:=att.nom_attribut;
        x.entite[nbre_ent].attribut[nbre_at].description:=
        att.description_attribut;
        x.entite[nbre_ent].attribut[nbre_at].type_at:=att.type_attribut;
        x.entite[nbre_ent].attribut[nbre_at].longueur:=
        att.longueur_attribut;
```

```
         dbnpath(att,ent,caracteristique);
         nbre_at:=nbre_at+1;
         end;
        nbr_at[nbre_at]:=nbre_at;
        x.entite[nbre_ent].nbre_at:=nbre_at;
        nbre_ent:=nbre_ent+1;
        dbnpath(ent,sch,collectionne_e);
        end;
dbfpath(ass,sch,collectionne_a);
nbre_ass:=1;
while dbfound do
      begin
      p.association[nbre_ass].nom:=ass.nom_association;
      dbfpath(rol,ass,lien);
      while dbfound do
            begin
            p.association[nbre_ass].origine:=rol.origine_role;
            p.association[nbre_ass].cible:=rol.cible_role;
            dbnpath(rol,ass,lien);
            nbre_ass:=nbre_ass+1;
            end;
       dbnpath(ass,sch,collectionne_a);
       end;
sortie;
end;
dbclose;
end;
```

```
(*************************************************************************)
(* Cette procédure affiche à l'écran le menu principal de l'atelier.     *)
(*************************************************************************)

Procedure EcranInit( var k : char);

begin
clrscr;
write('┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┐');
write('│                                    ATELIER                                   ');
writeln('              │');
write('└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────');
writeln('──────────────┘');
gotoxy(17,12);
writeln('┌──────────────────────────────────────────────────┐');
writeln('                  │  1.  Gestion des bases de données.               │');
writeln('                  │  2.  Consultation des bases de données.          │');
writeln('                  │  3.  Rapport de la base de données.              │');
writeln('                  │  4.  Génération de programme dBase               │');
writeln('                  │  5.  Quitter l''atelier.                          │');
writeln('                  └──────────────────────────────────────────────────┘');
repeat
gotoxy(60,24);
writeln('Votre choix : ');
gotoxy(74,24);
readln(k);
k:=upcase(k);
until k in ['1','2','3','4','5'];
end;
```

```
(*****************************************************************)
(* Ce module contrôle la présentation des informations sur écran ainsi *)
(* que le dialoque avec l'utilisateur. Il coordonne l'activation du    *)
(* module CHARGEUR, du module RAPPORT et du module COMPIL.             *)
(*****************************************************************)

{$R-}     {Range checking off}
{$B+}     {Boolean complete evaluation on}
{$S+}     {Stack checking on}
{$I+}     {I/O checking on}
{$N-}     {No numeric coprocessor}
{$M 65500,16384,655360} {Turbo 3 default stack and heap}

Program atelier;

Uses
  Crt,
  Printer,
  turbo3;

(* $I METABASE.TYP *)
(* $I DECL_COM.TYP *)
(* $I DECL_COM.VAR *)
(* $I DBMS.PAS *)
(* $I INIT_COM.PAS *)
(* $I LEXICA.PAS *)
(* $I UTILIT.PAS *)
(* $I CONSTRUC.PAS *)
(* $I TRADUCT.PAS *)
(* $I PARCOUR.PAS *)
(* $I COMPIL.PAS *)
(* $I DECL_DOC.VAR *)
(* $I CHARGEUR.PAS *)
(* $I RAPPORT.PAS *)
(* $I ECRAN_IN.PAS *)

begin
dbopen('METABASE');
textbackground(9);
positionne:=false;
repeat
EcranInit(chx);
case chx of
      '1' : CHARGEUR;
      '3' : RAPPORT;
      '4' : COMPIL;
      '5' : clrscr;
end;
until chx = '5';
dbclose;
end.
```

ANNEXE 1

****

NOM : GESTION

Liste des types d'Entités
==========

1 : CLIENT
Description:
Attributs:
NCLI : String[4]
NOM : String[20]
ADRESSE : String[30]
LOCALITE : String[40]

Description Attribut:
NCLI : NCLI représente le numéro identifiant le client
NOM : NOM représente le nom du client
ADRESSE : ADRESSE représente l'adresse du client
LOCALITE : LOCALITE représente la localité de résidence du clie

2 : PRODUIT
Description:
Attributs:
NPRO : String[5]
LIBELLE : String[40]
PRIX : Integer
QSTOCK : Integer

Description Attribut:
NPRO : NPRO représente le numéro identifiant un produit
LIBELLE : LIBELLE donne le nom conventionnel du produit
PRIX : PRIX indique le prix à l'unité du produit
QSTOCK : QSTOCK indique la quantité restant en stock

3 : COMMANDE
Description:
Attributs:
NCOM : String[4]
DATE : String[8]

Description Attribut:
NCOM : NCOM représente le numéro identifiant une commande
DATE : DATE représente la date à laquelle la commande a été pas

4 : LIGNECOM
Description:
Attributs:
QCOM : Integer

Description Attribut:
QCOM : QCOM représente la quantité commandée

Liste des Types d'Association
==========

1 : CC
Description:
Origine : CLIENT
Cible : COMMANDE

2 : CL

Description:
Origine : COMMANDE
Cible : LIGNECOM

3 : PL
Description:
Origine : PRODUIT
Cible : LIGNECOM

ANNEXE 2

Les règles de la grammaire

```
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 17
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 8
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 11
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 12
3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 1 19
3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 19
7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 1 20
7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 20
2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 21 23 4
10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 47 4
47 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 35
47 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 41
47 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 42
47 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 43
47 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 44
47 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 45
4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 24 5
4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 25 5
4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 5
5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 5 26 6
5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 5 27 6
5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6
6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 21
6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 22
14 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 28 36 4 47 4 29
14 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 28 4 36 4 29
8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 30 28 4 34 4 29
4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 28 36 14 29
6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 28 36 4 29
11 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 18 28 4 29
12 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 46 28 4 29
6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 28 4 29
16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 48 10 38 7 39
17 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 37 10 38 7 40 7 39
17 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 37 10 38 7 39
17 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 37 14 38 7 39
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 16
6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 50
13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 21 23 14
9 0 0 0 0 31 21 23 4 28 36 4 47 4 29 33 7 32
9 0 0 0 0 0 31 21 23 4 28 4 36 4 29 33 7 32
9 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 31 21 23 21 33 7 32
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 13
```

ANNEXE 3

La table d'analyse générée

ESSEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
EEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEER
ERREEESSEESSEEEESSSEREESSSSSESEEEE
ERREEERRSSRREEEERRRERREERRRRRREREEE
ERREEERRRRRREEEERRRERREERRRRRREREEE
SEESEEEEEEEESSSEEEESESSEEEEESESEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
EEEEEEEEEEEEEEEEEEESEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEESEEEEEEEESEEEEEEEEEEEE
EEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
EEEEEEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
EEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEER
REEREEEEEEERRREEEERERREEEERREEE
ERREESRRRRREEESRRREREERRRRREREEE
ERREEERRRRREEEERRREREERRRRREREEE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEESSEEEEESEEEEEESEEEEEEEEEEESE
ERREEERRRRREEESRRREREERRRRREREEE
EEEEEEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
EEESEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
SEESEEEEEEEESSEEEESEEEEEEEESESEEE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEERREEEEEREEEEEEEEEEEEEEEEEERE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
SEESEEEEEEEESSEEEESEEEEEEEESESEEE
ERREEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
SEESEEEEEEEESSEEEESEEEEEEEESESEEE
EEERREEEEEREEEEEEEEEEEEEEEEEERE
EEERREEEEEREEEEEEEEEEEEEEEEEERE
EEERREEEEEREEEEEEEEEEEEEEEEEERE
EEERREEEEEREEEEEEEEEEEEEEEEEERE
EEERREEEEEREEEEEEEEEEEEEEEEEERE
EEEEEEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEESSEEEEESEEEEEEEEEEEEEEEEEESE
EEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
ERREEERRRRREEEERRREREERRRRREREEE
SEESEEEEEEEESSEEEESEEEEEEEESESEEE

ANNEXE 4

Le fichier des rubans de traduction

```
+$
-$
*$
/$
?$
=$
accept $
to $
select $
goto top~$
skip~$
enddo~$
do while not eof()~$
use $
alias $
->$
goto $
X$
+ 1$
if $
eof()~$
   exit~$
endif~$
locate next 10000 for $
locate for $
= recno()~$
not$
N <> 0~$
to N~$
N <> 0~$
($
)$
else $
do while $
<>$
<$
>$
<=$
>=$
enddo $
~$
count for $
input $
^$
#$
V$
```